

**SINTESIS KARBOKSIMETIL SELULOSA (CMC) DARI SELULOSA  
PELEPAH SALAK (*Salacca zalacca*) SEBAGAI  
FLOKULAN**



**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana Sains  
Di Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi  
UIN Alauddin Makassar

Oleh:

**RAHMAH HARUN**

**NIM: 60500116024**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN  
MAKASSAR**

**2020**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rahmah Harun  
NIM : 60500116024  
Tempat/Tgl.Lahir : Wonomulyo/ 07 Mei 1998  
Jurusan : Kimia Sains  
Judul : Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Selulosa Pelepah  
Salak (*Salacca zalacca*) Sebagai Flokulan

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Samata-Gowa, Februari 2020

Penyusun

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
ALAUDDIN  
MAKASSAR



Rahmah Harun

NIM : 60500116024

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

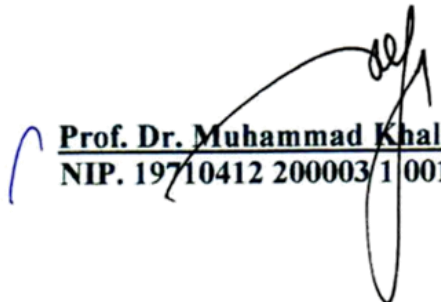
Skripsi yang berjudul, “**Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Selulosa Pelepah Salak (*Salacca zalacca*) sebagai Flokulan**”, yang disusun oleh **Rahmah Harun, NIM: 60500116024**, mahasiswa Jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah yang diselenggarakan pada hari Jumat, 21 Februari 2020 bertepatan dengan 27 Jumadil Akhir 1441 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Kimia, Jurusan Kimia (dengan beberapa perbaikan).

Samata-Gowa, 21 Februari 2020 M  
27 Jumadil Akhir 1441 H

### DEWAN PENGUJI

<b>Ketua</b>	: Sjamsiah, S.Si., M.Si., Ph.D.	(.....)
<b>Sekretaris</b>	: Dr.H. Asri Saleh, ST., M.Si	(.....)
<b>Munaqisy I</b>	: Asriani Ilyas, S.Si., M.Si	(.....)
<b>Munaqisy II</b>	: Dr.H.Muhammad Sadik Sabry, M.Ag	(.....)
<b>Pembimbing I</b>	: Dr. Maswati Baharuddin, S.Si., M.Si	(.....)
<b>Pembimbing II</b>	: Sappewali, S.Pd., M.Si	(.....)

Diketahui Oleh:  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Alauddin Makassar

  
**Prof. Dr. Muhammad Khalifah Mustami, M.Pd**  
NIP. 19710412 200003 1 001

## KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Allah swt yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Selulosa Serat Pelepah Salak (Salacca zalacca) Sebagai Flokulan”**. Solawat beserta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan nabi besar kita Nabi Muhammad saw yang menjadi panutan bagi ummat di dunia, sang revolusioner sejati yang mampu merubah kejahiliyaan menuju ke alam kemuliaan.

Ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini. Terkhusus kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda Harun dan Ibunda Hj. Sakira atas segala do’a, dukungan dan motivasi yang selalu membangkitkan semangat penulis, serta segenap keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Drs. Hamdan Juhannis M.A, Ph.D selaku Rektor Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
2. Bapak Prof. Dr. Khalifah Mustamin, M.pd. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
3. Bapak Dr. H. Asri Saleh, ST.,M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar dan Ibu Dr. Rismawaty Sikanna, S.Si.,M.Si selaku Sekertaris Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

4. Ibu Dr. Maswati Baharuddin, M.Si selaku pembimbing I dan Bapak Sappewali, S.Pd.,M.Si selaku pembimbing II yang berkenan meluangkan waktu dan tenaga dalam membimbing, membina dan memberi petunjuk dengan segala kerendahan hati dari awal penelitian hingga akhir penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Asriani Ilyas, S.Si.,M.Si selaku penguji I dan Bapak Dr. Muhammad Sadik Sabry, M.Ag selaku penguji II yang telah berkenan memberikan kritikan dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan staf Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar yang telah mendidik serta memberikan ilmunya kepada penulis.
7. Para Laboran Jurusan Kimia, Fitri Aziz, S.Si.,S.Pd; Andi Nurahma S.Si; Nuraini, S.Si; Ismawati, S.Si; Awaluddin, S.Si dan Ahmad Yani, S.Si yang senantiasa membantu apabila penulis memiliki kesulitan dalam melaksanakan penelitian.
8. Seluruh Staf Akademik Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membantu dalam hal pengurusan administrasi selama penulis berkuliah hingga saat ini.
9. Partner tim penelitian penulis Vivi Alfi Yunita yang telah banyak membantu dalam proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini. Terkhusus kepada Aisyah Rusdin yang tiada hentinya memberikan motivasi, dukungan, kritikan dan saran sampai pada detik ini.
10. Wesabbe squad (Fhadillah Alamsyah, Amd.Kep.,S.Kep; Salwa Arisanti, S.Hum dan Salma Arizanti, S.Pd) yang telah memberikan dukungan, do'a dan banyak membantu selama penulis menuntut ilmu di kampus peradaban hingga penyusunan skripsi ini.

11. Teman-teman Kimia angkatan 2016 dan sahabat penulis (Luksi Yolanda, Yanti, Wahidatul Waqiah dan Arnianti Saputri) yang tiada hentinya memberikan saran dan kritikan serta bantuan selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
12. Teman-teman KKN UIN Angkatan-61 Desa Pattangngae terkhusus (Nurul Inayah dan Nurwindah Sari) yang telah banyak memberikan motivasi dan membantu selama penyusunan skripsi.
13. Kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis memohon maaf jika terdapat kekurangan. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan dapat bernilai ibadah di sisi-Nya. Aamiin Ya Rabbal Alamin.

Samata-Gowa, Februari 2020

Penulis,

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
MAKASSAR

Rahmah Harun  
NIM: 60500116024

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	ii
<b>PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	iv
<b>DAFTAR ISI.....</b>	vii
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	ix
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	xi
<b>ABSTRAK .....</b>	xii
<b>ABSTRACK.....</b>	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	1-7
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah .....	7
C. Tujuan Penelitian.....	7
D. Manfaat Penelitian.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	8-22
A. Flokulan.....	8
B. Salak ( <i>Salacca zalacca</i> ).....	11
C. Selulosa.....	14
D. Karboksimetil Selulosa (CMC).....	15
E. Parameter Uji Karakteristik.....	19
F. Spektrofotometer <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR) .....	21

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23-27</b>
A. Waktu dan Tempat .....	23
B. Alat dan Bahan .....	23
C. Prosedur Kerja .....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28-46</b>
A. Hasil Penelitian.....	28
B. Pembahasan .....	30
1. Ekstraksi Selulosa .....	30
2. Proses pemutihan .....	33
3. Pemurnian CMC .....	36
4. Karakteristik CMC.....	39
5. Uji karakterisasi menggunakan FTIR .....	41
6. Aplikasi CMC Sebagai Flokulan .....	43
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>47</b>
A. Kesimpulan.....	47
B. Saran .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>52</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>67</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil Ekstraksi Selulosa dari Serat Pelepah Salak .....	28
Tabel 4.2. Karakteristik CMC dari Serat Pelepah Salak .....	28
Tabel 4.3 Daerah Serapan FTIR Serat Pelepah Salak, Selulosa dan CMC Metode Langsung.....	29
Tabel 4.4 Daerah Serapan FTIR Serat Pelepah Salak, Selulosa dan CMC Metode Tidak Langsung .....	29
Tabel 4.5. Aplikasi CMC Sebagai Flokulan .....	30



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pohon Salak.....	12
Gambar 2.2 Serat Pelepah Salak .....	13
Gambar 2.3 Struktur Selulosa .....	14
Gambar 2.4 Struktur CMC.....	16
Gambar 4.1 Mekanisme Pemutusan Lignin dan Selulosa.....	32
Gambar 4.2 Reaksi Alkalisasi .....	36
Gambar 4.3 Reaksi pembentukan Karboksimetil Dikloroselulosa .....	37
Gambar 4.4 Reaksi Pembentukan Karboksimetil Monoklordiselulosa .....	37
Gambar 4.5 Reaksi Pembentukan Karboksimetil Etil Triselulosa.....	38
Gambar 4.6 Histogram pH .....	43
Gambar 4.7 Histogram Kekeruhan .....	44
Gambar 4.8 Histogram COD.....	45
Gambar 4.9 Histogram Pengaruh Konduktivitas .....	46



## ABSTRAK

**Nama : Rahmah Harun**

**Nim : 60500116024**

**Judul : Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Serat Pelepah Salak (*Salacca zalacca*) Sebagai Flokulan.**

---

Pelepah salak termasuk salah satu limbah yang memiliki kandungan  $\alpha$ -selulosa sebesar 42,45%. Tingginya kandungan selulosa dari pelepah salak dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan karboksimetil selulosa (CMC) yang dapat dimanfaatkan sebagai flokulan dalam proses pengolahan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan ekstraksi selulosa, karakteristik serta aplikasi CMC dari serat pelepah salak sebagai flokulan. Metode pada penelitian ini yaitu ekstraksi dan perendaman selulosa. Karakteristik selulosa dan CMC menggunakan analisis FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen dan warna yang dihasilkan dari selulosa langsung dan tidak langsung masing-masing sebesar 17,2% berwarna putih dan 46,8% berwarna putih kekuningan. Karakteristik CMC langsung menghasilkan rendemen sebesar 66,8% pH, 6,41 dan berwarna putih. Sedangkan metode tidak langsung rendemen yang dihasilkan sebesar 86%, pH 5,75 dan berwarna putih kekuningan. Hasil FTIR dari pelepah salak terdapat gugus fungsi O-H, C=O dan C-H. FTIR dari  $\alpha$ -selulosa menunjukkan adanya gugus fungsi O-H, C-O dan C-H. Serta hasil FTIR CMC langsung dan tidak langsung menunjukkan adanya gugus fungsi O-H, C=O dan COC. CMC yang diaplikasikan sebagai flokulan pada air sumur dapat mengurangi pH, konduktivitas dan COD.

**Kata kunci:** Pelepah salak, Selulosa, Karboksimetil selulosa (CMC), Flokulan

## ***ABSTRACT***

**Name : Rahmah Harun**

**Nim : 60500116024**

**Title : Synthesis of Carboxymethyl Cellulose (CMC) from Salacca Midrib**

**Fiber (Salacca zalacca) as Flocculant.**

---

Salacca Midrib is included as one of the waste which has a-cellulose content of 42,45%. The high cellulose content of salacca Midrib can be used as a basic ingredient in the production of carboxymethyl cellulose (CMC) which can be used as flocculants in the water treatment process. This study aims to determine the comparison of cellulose extraction, characteristics and application of CMC from salacca Midrib fiber as a flocculant. The method in this research is cellulose extraction and immersion. Cellulose and CMC characteristics using FTIR analysis. The results showed that the yield and color produced from direct and indirect cellulose were 17.2% white and 46.8%, respectively, yellowish white. Characteristics of CMC directly yields a yield of 66.8% pH, 6.41 and is white While the indirect method of yield is 86%, pH 5.75 and is yellowish white. The results of FTIR from salacca midrib are O-H, C = O and C-H functional groups. FTIR of  $\alpha$ -cellulose shows the presence of O-H, C-O and C-H functional groups. As well as direct and indirect CMC FTIR results indicate the existence of O-H, C = O and COC functional groups. CMC which is applied as flocculant in well water can reduce pH, conductivity and COD.

**Keywords:** barking bark, cellulose, carboxymethyl cellulose (CMC), flocculant

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### **A. Latar Belakang**

Air termasuk unsur penting dalam kehidupan yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Salah satu sumber untuk mendapatkan air yaitu dari sumur gali yang digunakan sebagai alternatif lain dalam pemenuhan kebutuhan air bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan. Tetapi kualitas air di beberapa daerah tidak memungkinkan untuk digunakan. Hal ini disebabkan karena terjadinya penurunan kualitas air akibat terjadinya pencemaran air. Padahal air adalah sumber kehidupan manusia seperti yang dinyatakan dalam QS Al-Anbiya/21: 30.

أَوَلَمْ يَرِ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا ۖ وَجَعَلْنَا مِنَ  
الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿٣٠﴾

Terjemahnya:

“Dan apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahwa langit dan bumi keduanya dahulu menyatu, kemudian kami pisahkan diantara keduanya; dan kami jadikan segala sesuatu yang tumbuh dari air, maka mengapa mereka tidak beriman?”

Menurut tafsir Al-Maragi, ayat tersebut menjelaskan apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahwa dahulunya langit dan bumi itu berpadu dan saling berhubungan, kemudian Kami memisahkan keduanya dan menghilangkan kesatuannya. Demikian pula dengan air itu, Dia menghidupkan dan menumbuhkan setiap tumbuhan. Qatadah mengatakan: “Kami menciptakan setiap yang tumbuh dari air”. Maka termasuk ke dalam setiap yang tumbuh itu adalah hewan dan tumbuhan. Apakah mereka tidak beriman dengan jalan memikirkan dalil-dalil ini, sehingga

mereka mengetahui Pencipta yang tidak ada sesuatu pun menyerupai-Nya dan mereka meninggalkan jalan kemusyrikan.

Menurut Harmayani dan Konsukartha (2007: 99), bahwa saluran air yang tidak berfungsi dengan baik akan mengakibatkan terjadinya pencemaran sumur gali yang disebabkan karena tersumbatnya sampah dan pembuangan air limbah dapur langsung ke tanah sehingga sumur gali akan mudah terkontaminasi. Menurut keputusan Menteri No. 429/MENKES/PER/IV/2010 menyatakan bahwa, batas standar pencemaran dengan parameter COD yaitu 25 mg/L yang termasuk dalam mutu air kelas 2. Berdasarkan Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang baku mutu kadar kekeruhan air yaitu 5 NTU. Untuk mengurangi kandungan dari pencemaran air pada sumur gali dapat digunakan bahan seperti flokulan.

Flokulan merupakan bahan yang digunakan dalam pengolahan air melalui suatu proses flokulasi yang terjadi akibat penggabungan beberapa partikel sehingga membentuk suatu flok dalam ukuran yang besar. Proses flokulasi terjadi akibat adanya pengadukan yang bertujuan untuk memberikan energi agar terjadi tumbukan antar partikel yang tersuspensi dan koloid sehingga terbentuk gumpalan yang dapat dipisahkan melalui proses pengendapan dan penyaringan (Yuliastuti dan Handaru, 2017: 78).

Menurut Nugraha dan nurhayati (2016: 131), untuk mengatasi pencemaran air maka diperlukan adanya penambahan flokulan yang lebih baik sehingga dapat membantu mengendapkan limbah tahu lebih cepat dan dapat menyatukan flok-flok yang terbentuk lebih banyak. Dari hasil penelitian Sugihartono (2016: 24), penggunaan flokulan anorganik seperti ferro sulfat dan aluminium sulfat dengan kombinasi gelatin pada limbah cair mampu mengurangi kandungan krom total dengan persentase pemisahan krom total yaitu sebesar 3,16-0,61 ppm. Sedangkan

hasil penelitian Yuliasuti dan Handaru (2017: 80), dengan penambahan flokulan dengan menggunakan tawas ( $\text{Al}_2\text{SO}_4$ ) mampu untuk menurunkan kadar COD hingga dibawah baku mutu yaitu 1500 mg/L saat lama pengolahan 30 menit dan 1000 mg/L serta 1500 mg/L saat lama pengolahan 45 menit. Flokulan banyak dimanfaatkan pada bidang industri seperti bioteknologi, prosesing mineral, pembuatan kertas, pengolahan air dan air limbah (Sugihartono, 2014: 181). Flokulan terbaru berasal dari produk alam dan limbah peratanian salah satunya yaitu turunan polimer selulosa yaitu karboksimetil selulosa (CMC).

Karboksimetil selulosa (CMC) merupakan senyawa hasil modifikasi selulosa dan termasuk dalam molekul senyawa anion, memiliki rantai lurus dan larut dalam air (Muzakkar, dkk., 2017: 399). Pembuatan CMC dilakukan melalui dua tahap utama yaitu alkalisasi dan karboksimetilasi untuk menentukan karakteristik CMC yang dihasilkan (Ayuningtyas, dkk., 2017: 48). Proses alkalisasi merupakan tahap awal dalam pembuatan CMC dengan menggunakan pereaksi NaOH yang bertujuan untuk mengaktifkan gugus hidroksil pada molekul selulosa (Wijayani, dkk., 2005: 228). Pada proses karboksimetilasi, gugus  $-\text{OH}$  pada struktur selulosa yang tergantikan oleh senyawa kloroaset yang menandakan terbentuknya CMC (Muzakkar, dkk., 2017: 399).

Salah satu parameter penting untuk menentukan kualitas CMC yang dihasilkan melalui karakteristik CMC yaitu pH, warna dan gugus fungsi. CMC banyak digunakan dalam bidang pangan, textil serta pengolahan air. Seiring perkembangan zaman pencarian bahan baku dalam pembuatan CMC terus berkembang guna menghasilkan CMC dengan kualitas yang baik, harga ekonomis serta ramah lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian, beberapa limbah memiliki

kandungan selulosa yang tinggi serta jumlahnya yang sangat melimpah di alam tetapi pemanfaatannya masih kurang maksimal salah satunya yaitu dari pelepah salak.

Tanaman salak (*Salacca zalacca*) merupakan tanaman asli Indonesia yang banyak tumbuh pada daerah tropis yang dijumpai hampir di semua provinsi di wilayah nusantara salah satunya pada daerah Kab.Pinrang Prov. Sulawesi selatan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Pinrang, produksi salak tahun 2014 sebanyak 2796,9 ton hingga terdata pada tahun 2017 sebanyak 8692,1 ton. Peningkatan produksi buah salak dari tahun ke tahun mengalami peningkatan sebesar 13,8% (BPS, 2008: 170). Buah salak memiliki banyak kandungan serta zat gizi yang cukup tinggi, persentase bagian buah salak yang dapat dimakan sekitar 56-65%. Tetapi limbahnya sekitar 35-44% yang terdiri dari biji salak, kulit salak dan pelepah salak masih belum dimanfaatkan.

Industri-industri pertanian menghasilkan sejumlah besar limbah terutama selama panen tiba yang menjadi kendala utama di perkebunan salah satunya yaitu limbah pelepah salak. Pelepah salak dari hasil penelitian Raharjo, dkk., (2016: 4), mengandung 42,54% selulosa, 34,35% hemiselulosa dan 28,0% lignin. Berbeda dengan Triyastiti dan Krisdiyanto (2018: 39), mengatakan bahwa pelepah pohon salak memiliki kandungan serat berupa 31,7% selulosa, 33,9% hemiselulosa, 17,4% lignin dan 0,6% silika. Dari pemotongan pelepah salak diperkirakan sebanyak 1368 ton/bulan sehingga tingginya persentase limbah tersebut masih kurang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Hal tersebut dijelaskan dalam firman Allah swt dalam QS. Abasaa/80:24-32.



فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ۚ ﴿٢٤﴾ أَنَا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ﴿٢٥﴾ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ﴿٢٦﴾  
فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿٢٧﴾ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ﴿٢٨﴾ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ﴿٢٩﴾ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿٣٠﴾ وَفَنِكَهَةً وَأَبًّا ﴿٣١﴾  
مَتَعًا لَّكُمْ وَلِأَنْتَعِمُكُمْ ﴿٣٢﴾

Terjemahnya:

“Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya (24) Sesungguhnya kami benar-benar Telah mencurahkan air (dari langit) (25) Kemudian kami belah bumi dengan sebaik-baiknya (26) Lalu kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu (27) Anggur dan sayur-sayuran (28) Zaitun dan kurma (29) Kebun-kebun (yang) lebat (30) Dan buah-buahan serta rumput-rumputan (31) Untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu (32)”.

Menurut tafsir Al-Misbah, ayat tersebut diuraikan anugerah Allah kepada manusia dalam hidup ini berupa pangan, sekaligus untuk menyempurnakan tugas-tugasnya. Allah berfirman: Jika ia benar-benar hendak melaksanakan tugas-tugasnya secara sempurna maka hendaklah manusia itu melihat ke makanannya, memperhatikan serta merenungkan bagaimana proses yang dilaluinya sehingga siap dimakan. Sesungguhnya Kami telah mencurahkan air dari langit sederas-derasnya, kemudian Kami belah bumi yakni merekahnya melalui tumbuh-tumbuhan dengan belahan yang sempurna, lalu Kami tumbuhkan padanya yakni di bumi itu biji-bijian dan anggur serta sayur-sayuran. Ayat-ayat di atas menyebut aneka tumbuhan dan buah-buahan. Pohon kurma, di samping buah kurma memiliki banyak keistimewaan yang dimanfaatkan oleh masyarakat Arab pada masa itu. Mereka menjadikan dari buahnya arak dan bijinya untuk makanan unta. Dari dahan pohon kurma pun dapat diambil manfaatnya, yaitu untuk di minum airnya, dari pelepahnya mereka jadikan bahan rumah kediamannya, dan dari pohon itu mereka dapat membuat tikar, tali, bahkan perlengkapan rumah tangga.

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah swt telah menumbuhkan berbagai macam tanaman yang dapat tumbuh dan menghidupkan dengan air hujan yang diturunkan dari langit. Air sangat dibutuhkan pada tanaman karena menjadi bahan penyusun utama pada protoplasma sel, termasuk komponen utama dalam proses fotosintesis dan sebagai pengangkut hasil proses ke bagian tanaman sehingga tumbuhan dapat tumbuh dengan subur dan berguna bagi kehidupan makhluk hidup. Sama seperti yang dijelaskan dari tafsir di atas bahwa dari pohon kurma sangat bermanfaat mulai dari buah, biji, dahan, pohon hingga pelepah. Menurut Wai, dkk (2009), sebagian besar komponen sel dari tanaman merupakan campuran dari polisakarida seperti lignin, hemiselulosa, pektin dan selulosa.

Selulosa merupakan polisakarida yang memiliki rantai lurus yang tersusun atas 1,4 - $\beta$ -D-glukosa yang paling banyak melimpah di alam sebagai struktur penyusun terbesar dalam semua tumbuhan tingkat tinggi. Unsur utama dalam penyusun struktur selulosa yaitu carbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O) (Coniwanti, dkk., 2015: 58). Selulosa apabila terhidrolisis akan menghasilkan monomer glukosa serta monomer selobiosa yang memiliki sifat yang mudah menyerap serta tidak dapat larut dalam air (Nisa, dkk., 2014: 35). Kandungan selulosa yang tinggi dari pelepah pohon salak berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan karboksimetil selulosa (CMC) (Putri, 2016: 28).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dilakukan penelitian sintesis karboksimetil selulosa dari serat pelepah salak (*Salacca zalacca*) sebagai flokulan.

**B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana perbandingan ekstraksi dari selulosa pelepah salak dengan metode langsung dan tidak langsung?
2. Bagaimana karakteristik karboksimetil selulosa (CMC) yang dihasilkan dari pelepah salak ?
3. Bagaimana aplikasi karboksimetil selulosa (CMC) sebagai flokulan ?

**C. Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui perbandingan ekstraksi dari selulosa pelepah salak dengan metode langsung dan tidak langsung.
2. Untuk mengetahui karakteristik karboksimetil selulosa (CMC) yang dihasilkan dari pelepah salak.
3. Untuk mengetahui aplikasi karboksimetil selulosa (CMC) sebagai flokulan.

**D. Manfaat Penelitian**

1. Dapat mengolah pelepah salak sebagai bahan baku dalam pembuatan karboksimetil selulosa (CMC) serta diharapkan mampu meningkatkan nilai guna dari limbah pelepah salak.
2. Dapat memanfaatkan karboksimetil selulosa (CMC) sebagai flokulan.
3. Dapat memberikan informasi kadar karboksimetil selulosa yang dihasilkan dari pelepah salak untuk kegunaan lebih lanjut.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Flokulan

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting yang diperlukan untuk semua makhluk hidup dan tidak dapat digantikan dengan bahan lain. Sekarang ini, air menjadi masalah yang perlu di perhatikan karena tingkat kebutuhan akan air bersih semakin meningkat tetapi persediaan yang sangat kurang. Disebabkan karena air mulai tercemar oleh berbagai macam limbah dari hasil kegiatan manusia, baik itu dari kegiatan rumah tangga, industri dan lainnya. Untuk mengatasi hal ini maka diperlukan adanya flokulan yang lebih baik sehingga dapat membantu pengendapan pada air sumur dengan cepat dan dapat menyatukan flok-flok yang terbentuk lebih banyak. Dalam ayat Al-Qur'an Allah swt telah memerintahkan untuk menjaga lingkungan sekitar sebagaimana dinyatakan dalam QS. Al-Rum/30:41.

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا  
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Terjemahnya:

“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”.

Menurut Zubdatut Tafsir Min Fathil Qadir, ayat tersebut menggambarkan telah tampak kerusakan di berbagai hal seperti kegersangan, kekeringan, kebakaran, banjir, penyakit, kegelisahan dan ditawan oleh musuh akibat kemaksiatan dan dosa manusia. Supaya Allah membuat mereka merasakan balasan dari sebagian perbuatan mereka di dunia sebelum dihukum di akhirat dan supaya mereka bisa kembali dari

kemaksiatan mereka dan bertaubat atas dosa-dosa (mereka).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah swt telah memperingatkan untuk tetap menjaga kelestarian alam, baik di darat maupun di laut terutama dari sampah-sampah organik maupun anorganik yang dapat mengakibatkan pencemaran tanah, pencemaran udara dan pencemaran air. Karena telah dijelaskan dalam Al-Qur'an bahwa Allah swt tidak menyukai perbuatan manusia yang dapat merugikan mereka dan makhluk hidup lainnya. Sehingga digunakan flokulan sebagai salah satu untuk mengurangi tingkat pencemaran khususnya pada pencemaran air. Demikian juga yang dinyatakan oleh Allah swt dalam QS. Al-A'raf/7:56.

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ  
مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Terjemahnya:

“Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan.

Flokulan merupakan senyawa kimia berupa polimer yang larutannya disebut dengan polielektrolit. Flokulan memberikan efek induksi pada partikel yang telah terdestabilisasi sehingga dapat terikat secara bersamaan dan membentuk aglomerat yang besar dan mudah terendapkan (Nugraha dan Nurhayati, 2016:131). Penambahan bahan seperti flokulan pada air melalui tahapan proses yang disebut flokulasi bertujuan untuk mengurangi gaya tolak menolak antar partikel koloid dalam sistem cairan dan mengganggu stabilitas partikel dalam larutan sehingga partikel-partikel tersebut dapat bergabung menjadi flok-flok halus dengan ukuran lebih besar sehingga partikel dapat memisah dari sistem campurannya dengan bantuan pengadukan yang lambat (Purwanto, 2013: 17). Tujuan pengadukan lambat adalah

untuk menghasilkan gerakan air secara perlahan sehingga akan terjadi kontak antar partikel untuk membentuk gabungan partikel hingga berukuran besar (Rohana dan Sri, 2019: 17).

Menurut Purwanto (2013: 2), Flokulan yang dapat digunakan dalam pengolahan air ada dua jenis yaitu polimer sintetik dan polimer alami. Polimer sintetik meliputi poliakrilamida (PAM) yang memiliki karakteristik seperti sulitnya terurai secara biologi, membentuk flok yang rapuh atau tidak tahan terhadap gaya geser, dosis penggunaan rendah dan memiliki umur simpan yang lama. Sedangkan untuk polimer alami seperti polisakarida (pati) yang memiliki karakteristik *biodegradable*, membentuk flok dengan stabilitas terhadap gaya geser yang tinggi dan dosis penggunaan tinggi. Flokulan alami termasuk polimer yang larut dalam air, berkarakter anionik, kationik atau nonionik. Polimer nonionik akan mengadsorbsi partikel yang tersuspensi (Sugihartono, 2014: 156).

Menurut Sugihartono (2014: 181), flokulasi dibedakan menjadi dua yaitu mikro flokulasi (flokulasi perikinetik) dan makro flokulasi (flokulasi ortokinetik). Pada flokulasi perikinetik terjadi ketika partikel teragregasi yang disebabkan karena terjadinya gerakan termal acak dari molekul cairan yang disebut gerak brown yang mengakibatkan terjadi tumbukan antar partikel yang kemudian membentuk partikel yang lebih besar. Sedangkan flokulasi ortokinetik yaitu terjadi ketika partikel teragregasi karena adanya peningkatan gradien kecepatan dan pencampuran dalam media, serta disebabkan karena penarikan partikel besar dengan partikel kecil sehingga membentuk pengendapan diferensial.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Ali, dkk (2013: 18), pembuatan flokulan organik dari CMC berbahan dasar katun tangkai segar dengan proses yang berlangsung selama 3 bulan dengan hasil COD, kekeruhan dan konduktivitas

mengalami keadaan naik turun dalam proses pengolahan air. Sehingga di peroleh berat CMC yang digunakan sebagai flokulan yaitu 70 mg/L dalam 100 mL.

Tujuan dalam proses flokulasi pada penjernihan air yaitu mampu mengurangi kandungan-kandungan dalam air limbah. Menurut Sugihartono (2014: 180), secara visual air limbah yang keluar dari proses press berwarna coklat, mempunyai pH basa dan mengandung lumpur atau padatan. Dari karakteristik limbah untuk mengendapkan zat pengotor didalamnya maka dilakukan penambahan flokulan atau adsorben. Flokulan dapat digunakan sebagai adsorben karena dalam proses kerjanya mampu mengikat zat-zat organik dalam air sehingga terbentuk flok-flok.

Proses flokulan memberikan efek induksi pada partikel yang telah terdestabilisasi sehingga dapat terikat secara bersamaan dan membentuk aglomerat yang besar dan mudah terendapkan. Salah satu bahan baku yang dapat digunakan untuk pembuatan karboksimteil selulosa sebagai flokulan yaitu memanfaatkan limbah dari pelepah salak.

#### **B. Salak (*Salacca zalacca*)**

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki potensi yang besar dalam bidang pertanian. Setiap daerahnya memiliki ciri tersendiri, seperti halnya dengan Sulawesi selatan khususnya di kab. Pinrang kec. Duampanua yang termasuk salah satu penghasil buah salak terbesar di Sulawesi dengan jumlah produksi hingga 8692,1 ton/tahun (Triyastiti dan Krisdiyanto, 2018: 34). Salak dalam bahasa latinnya adalah *Salacca edulis* dan termasuk dalam famili *Palmae*. Tanaman salak adalah tanaman asli Indonesia yang tumbuh pada daerah tropis yang hampir di semua daerah di Indonesia dapat dijumpai, baik dibudidayakan maupun yang masih tumbuh liar di hutan (Tjahjadi, 1989: 13).



**Gambar 2.1** Pohon Salak

Menurut Rukmana, (1999: 19), kedudukan tanaman salak dalam sitematika taksonomi tumbuhan adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Subdivisi	: Angiospermae (berbiji tertutup)
Kelas	: Monocotyledonae (biji berkeping satu)
Ordo	: Palmae
Famili	: Palmaceae
Genus	: <i>Salacca</i>
Spesies	: <i>Sallaca zalacca</i>

Salak yang tumbuh di daerah Pinrang merupakan anggota dalam famili *Palmae* yang pada umumnya tumbuh di daerah yang bercurah hujan dan termasuk dalam genus *Salacca zalacca* termasuk satu dari delapan genus dari subfamili *Calamoideae* (Azhari, 2013: 23). Salak merupakan tanaman yang tumbuh merupun, memiliki batang yang sangat pendek, tertutup oleh pelepah daun dan seluruh permukaan tanaman ditutupi duri-duri yang tajam. Jenis tanaman salak yang banyak tumbuh di Pinrang yaitu salak gula-gula termasuk jenis salak lokal dengan pemberian namanya menurut daerah asalnya (Azhari, 2013: 7).

Tanaman salak termasuk tanaman berumah dua, memiliki akar serabut, batang tanaman salak tertutup oleh pelepah daun yang tersusun rapat. Pada tanaman yang sudah tua batangnya akan melata dan dapat bertunas. Tunas yang tumbuh ini



disebut anakan dan dapat digunakan sebagai bibit vegetatif. Memiliki helaian daun yang panjang, pelepah dan tangkainya berduri (Tjahjadi, 1989: 13-14). Buah salak memiliki bentuk kulit yang mirip dengan sisik ular, dan dalam satu buah salak mengandung 1-3 biji. Kulit luar buah salak ada yang berwarna hitam, hitam kemerahan, cokelat kemerahan, atau cokelat kekuningan, daging buahnya berwarna putih kekuningan dan memiliki citarasa yang sepat, asam, manis, masir, segar, serta renyah saat digigit. Buah salak mengandung protein, karbohidrat, mineral (Ca, P, Fe), vitamin B1 serta vitamin C (Rahmaningtyas, dkk., 2008: 20).

Pelepah daun salak secara umum masih kurang dimanfaatkan oleh masyarakat dan hanya menjadi limbah pertanian ketika selesai pemangkasan pelepah yang biasanya dilakukan setiap 4 bulan sekali dengan pemotongan 3-4 kali. Dalam satu rumpun tanaman salak produktif dapat menghasilkan 24 buah potongan pelepah salak sehingga apabila dikalkulasikan dengan jumlah pohon salak yang ada maka dalam setahun pelepah salak yang belum dimanfaatkan sekitar  $\pm 23.000$  truk (Triyastiti dan Krisdiyanto, 2018: 39).

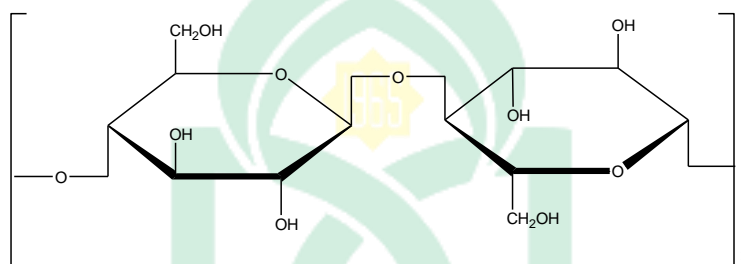


**Gambar 2.2** Serat Pelepah Salak

Menurut Raharjo, dkk., (2016: 4), pelepah salak memiliki kandungan selulosa yang tinggi yaitu sekitar 42,54%. Tingginya kandungan selulosa tersebut sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan karboksimetil selulosa (CMC), yang secara umum berbahan dasar dari selulosa limbah nabati.

### C. Selulosa

Selulosa merupakan suatu polimer yang tersusun atas kumpulan D-glukopiranososa yang terhubung oleh ikatan  $\beta(1,4)$  glikosida (Azhari, 2017: 23). Selulosa termasuk senyawa organik yang paling banyak melimpah di alam, karena struktur bahan tumbuhan terdiri atas sebagian besar selulosa. Suatu jaringan yang terdiri atas beberapa lapis serat selulosa yang mempunyai kekuatan mekanik yang tinggi yang merupakan unsur penguat utama dinding sel tumbuhan. Selulosa merupakan suatu polimer yang berantai lurus yang terdiri dari unit-unit glukosa (Purba, 2018: 9).



**Gambar 2.3** Struktur Selulosa  
(Sumber: Azhari, 2017: 24)

Selulosa merupakan polisakarida yang jika terhidrolisis akan menghasilkan monomer glukosa dan beberapa selobiosa (Nisa, dkk., 2014: 35). Selulosa memiliki ciri seperti berserat yang berwarna putih, tidak larut dalam air panas dan dingin, alkali dan pelarut organik netral seperti alkohol dan benzene yang memiliki rumus kimia  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ . Menurut Sumada, dkk., (2011), berdasarkan derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) 17,5%, selulosa dapat dibagi tiga jenis, yaitu Selulosa  $\alpha$  (*Alpha cellulose*), Selulosa  $\beta$  (*Beta cellulose*) dan Selulosa  $\gamma$  (*Gamma cellulose*).

Pemecahan selulosa merupakan pemecahan polimer anhidrosa menjadi molekul-molekul yang lebih kecil. Melalui hidrolisis tersebut dihasilkan oligoskarida, trisakarida dan disakarida. Turunan selulosa telah banyak digunakan

secara luas diberbagai bidang. Pasangan molekul selulosa tak bercabang mengandung sebanyak 12.000 glukosa setiap satuannya yang berikat masing-masing oleh ikatan hidrogen untuk membentuk lembaran melintang yang disebut mikrofibril (Azhari, 2017: 23). Berdasarkan kandungannya tersebut, maka limbah pelepah salak berpotensi diolah sebagai bahan baku dalam pembuatan karboksimetil selulosa (CMC).

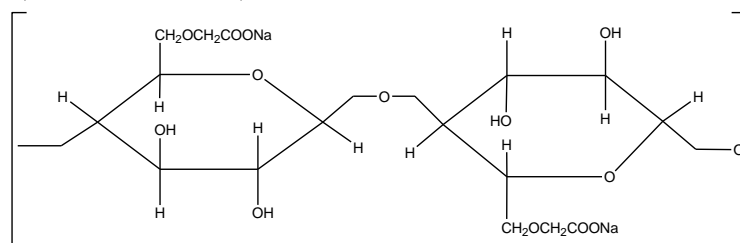
#### **D. Karboksimetil Selulosa (CMC)**

Karboksimetil selulosa (CMC) merupakan eter polimer selulosa linear dan berupa senyawa anion yang bersifat biodegradable, tidak berwarna, tidak berbau, larut dalam air dan anionik polisakarida namun tidak larut dalam larutan organik, memiliki rentang pH 6,5-8,0 dan stabil pada rentang pH 2-10. Struktur pada CMC yaitu rantai polimer yang terdiri dari molekul selulosa yang dimana setiap unitan hidroglukosa memiliki tiga gugus hidroksil dan beberapa atom hidrogen dari gugus hidroksil tersebut disubstitusi oleh karboksimetil (Kamal, 2010: 78)

Karboksimetil selulosa (CMC) telah banyak digunakan dan bahkan memiliki peranan yang penting dalam berbagai aplikasi. Secara luas digunakan dalam bidang pangan, kimia, perminyakan, pembuatan kertas, tekstil, serta bangunan. Sebelumnya, CMC dibuat dengan bahan dasar selulosa dari kayu karena memiliki kandungan selulosa yang tinggi sekitar 42-47% (Purba, 2018: 13). Hal tersebut telah dibuktikan dari hasil penelitian Sokaandi (2014: 217), yang melakukan penelitian 20 jenis selulosa kayu yang mengandung 42,03%-54,95%. Tetapi seiring dengan perkembangan zaman limbah-limbah hasil pertanian ternyata memiliki kandungan selulosa yang tinggi.

Struktur dari karboksimetil selulosa merupakan rantai polimer yang terdiri atas unit-unit molekul selulosa. Setiap unit anhidroglukosa memiliki tiga gugus

hidroksil dan beberapa atom hidrogen dari gugus hidroksil tersebut disubstitusi oleh karboksilmetil (Kamal, 2010: 78).



**Gambar 2. 4** Struktur karboksimeil selulosa (CMC)

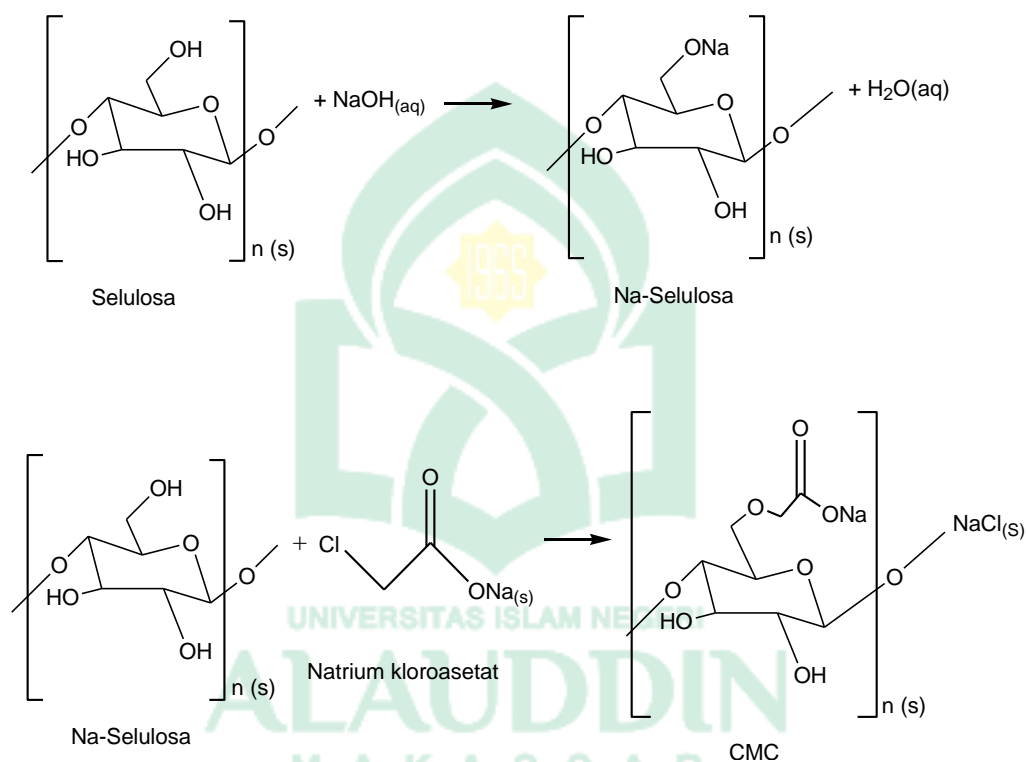
Gugus hidroksil yang telah disubstitusi dikenal dengan nama derajat substitusi (DS). Jumlah gugus hidroksil yang tersubstitusi atau nilai DS akan mempengaruhi sifat kekentalan dan sifat kelarutan CMC dalam air. CMC yang sering digunakan memiliki nilai DS sebesar 0,7 atau sekitar 7 gugus karboksimetil per 10 unit anhidroglukosa (Kamal, 2010: 79).

Proses pembuatan karboksimetil selulosa (CMC) dilakukan dengan proses alkalisasi, karboksimetilasi, netralisasi dan pengeringan. Proses alkalisasi dan karboksimetilasi merupakan faktor utama dalam penentuan karakteristik CMC yang dihasilkan (Wijayani, dkk., 2005: 228). Proses alkalisasi merupakan proses yang menggunakan pereaksi natrium hidroksida (NaOH), pada proses ini akan terjadi reaksi substitusi antara gugus hidroksil dengan NaOH sehingga menghasilkan natrium selulosa (Mahendra dan Mitarlis, 2017: 7). Konsentrasi NaOH yang tinggi cenderung menurunkan rantai selulosa dengan hidrolisis basa dan membentuk natrium glikolat yang menyebabkan terjadinya penurunan nilai DS (Huang, dkk., 2016: 4). Dengan adanya proses alkalisasi ini maka struktur selulosa akan mengembang dan akan memudahkan reagen karboksimetilasi berdifusi didalamnya.

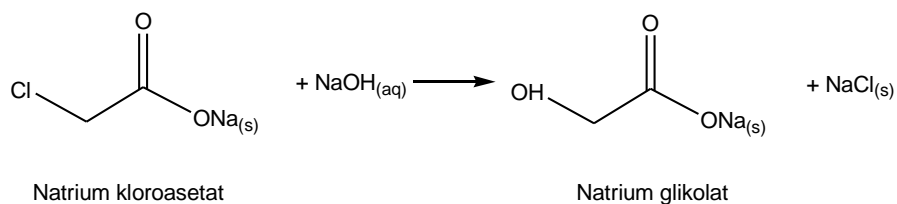
Proses karboksimetilasi merupakan langkah untuk melihat jumlah asam monokloroasetat ataupun natrium monokloroasetat akan berpengaruh terhadap substitusi unit anhidroglukosa pada selulosa. Proses karboksimetilasi ini biasa

disebut juga proses eterifikasi yaitu proses pelekatan gugus karboksilat yang terdapat dalam asam trikloroasetat pada struktur selulosa (Nisa, dkk., 2014: 35). CMC tersebut kemudian dinetralkan dengan ditambahkan asam asetat dikarenakan pada saat proses sintesis suasana CMC dalam alkali.

Menurut Mahendra dan Mirtalis (2017: 9), reaksi yang terjadi saat proses sintesis CMC yaitu sebagai berikut.



Dari reaksi sintesis CMC diperoleh hasil samping berupa NaCl serta hasil samping lainnya adalah natrium glikolat akibat dari kelebihan reagen yang ditambahkan. Kadar NaCl sangat berpengaruh pada kemurnian CMC karena semakin tinggi kadar NaCl maka semakin rendah pula kemurnian CMC dihasilkan. Hal tersebut digambarkan sebagai berikut:



Menurut Setiyoko, (2016), proses ekstaksi selulosa dari biji salak menggunakan NaOH dengan konsentrasi 4%. Lain halnya pada penelitian Safitri, dkk., (2017: 63) menggunakan penambahan NaOH 10% dan perendaman selama 24 jam untuk mendapatkan selulosa dari kulit durian murni. Menurut Pushpamalar, dkk., (2006: 314). Penghilangan lignin dengan NaOH akan ditandai berupa warna merah kehitaman pada larutan. Lignin akan terhidrolisa pada proses delignifikasi dengan NaOH yang diawali dengan difusi lignin dalam larutan alkali, kemudian akan terjadi pelepasan ikatan silang yang membuat lignin lebih mudah larut dalam alkali (Eriningsih, dkk., 2011: 110).

Sesuai dengan penelitian Riama, dkk., (2012: 28), pada proses alkalisasi menggunakan NaOH, selulosa bersifat tidak larut dalam alkali NaOH, sedangkan lignin, hemiselulosa, pektin dan komponen serat lainnya bersifat larut. Terjadi perubahan warna serat disebabkan oleh proses kecoklatan (*browning*) yang mengakibatkan warna serat menjadi kecoklatan disebabkan oleh reaksi oksidasi senyawa fenolik oleh udara.

Selanjutnya dilakukan perendaman dengan larutan hidrogen peroksida 10% untuk mendapatkan selulosa yang berwarna putih serta untuk menghilangkan senyawa lignin dan hemiselulosa yang masih tersisa. Menurut Riama, dkk., (2012: 27), hidrogen peroksida dapat melepaskan oksigen dengan cukup kuat dan mudah larut dalam air. Penggunaan hidrogen peroksida sebagai agen pemucat tidak menyebabkan adanya residu atau endapan serta tidak mengakibatkan kerusakan dan dapat menghasilkan produk yang lebih putih dan bersih.

### **E. Parameter Uji Karakteristik**

#### **1. Chemical Oxygen Demand (COD)**

COD atau kebutuhan oksigen kimia (KOK) merupakan kebutuhan jumlah oksigen untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air (Muhajir, 2013: 13).

#### **2. Uji pH**

Indikator lain yang dapat menunjukkan kualitas dari CMC yaitu pH. CMC yang bagus memiliki rentang pH antara 5-11 dengan kekentalan maksimum yaitu pada pH 7-9 (Nisa, 2014: 39). Apabila pH dibawah 1, maka larutan akan mengendap karena larutan tidak homogen, sehingga ketika digunakan untuk pengolahan pangan sifat CMC yang baik dengan tidak terlalu asam. Larutan CMC 1% biasanya memiliki rentang pH 7,0-8,5. Sedangkan rentang 5-9 tidak terlalu berpengaruh terhadap viskositas CMC. Pada pH kurang dari 3, viskositas CMC sedikit berkurang (Wijayani, dkk., 2005: 229).

#### **3. Kekeruhan**

Kekeruhan terjadi karena adanya bahan organik seperti karbohidrat dan protein yang mengalami peruraian dan bahan koloid yang sulit mengendap. Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No: 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang kualitas air yang layak untuk dikonsumsi dan Peraturan Menteri Kesehatan R.I No: 416/MENKES / PER / IX/1990 tentang kualitas air bersih mengenai kekeruhan yaitu 5 skala NTU.

#### 4. Konduktivitas

Konduktivitas merupakan suatu gambaran numerik dari kemampuan air dalam menghantarkan aliran listrik. Sehingga semakin banyak kadar garam yang terlarut yang dapat diionisasi maka semakin tinggi pula nilai DHL. Pengukuran daya hantar listrik bertujuan untuk mengukur kemampuan ion-ion dalam air serta untuk memprediksi kandungan mineral dalam air. Menurut penelitian Mastika, dkk., (2017: 33), Nilai konduktivitas air tanah gambut pada gambar 11 berkisar antara  $28 \mu\text{S}/\text{cm}$ - $1390 \mu\text{S}$ , dan nilai tertinggi terdapat di titik 25. Nilai rata-rata konduktivitas dari air tanah gambut adalah  $593,6 \mu\text{S}/\text{cm}$ . nilai tertinggi ini dikarenakan sumur berada di dekat area pertanian yang banyak mengandung bahan kimia. Tingginya nilai konduktivitas air menyatakan bahwa air tersebut banyak mengandung ion atau zat-zat yang baik untuk menghantarkan listrik terutama ion logam.

#### **F. Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red (FTIR)**

*Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red* (FTIR) adalah salah satu teknik analisis spektroskopi absorpsi yang memanfaatkan sinar infra merah dari spektrum elektromagnetik (Ikhsanuddin, 2017: 21). Teknik analisisnya didasarkan pada getaran dari atom-atom pada suatu molekul dengan frekuensi pada infrared dinyatakan dalam satuan bilangan gelombang persentimeter (Purba, 2018: 18).

Prinsip kerja spektroskopi infra merah yaitu sampel dipancarkan dengan sinar infra merah sehingga gelombang yang diteruskan oleh sampel akan ditangkap oleh detektor yang terhubung ke komputer sehingga memberikan gambaran dalam bentuk spektrum dari hasil analisis sampel yang diuji. Struktur kimia dan bentuk ikatan molekul serta gugus fungsional tertentu sampel yang diuji menjadi dasar bentuk spektrum yang akan diperoleh (Sari, 2011: 17).



Spektroskopi infra merah merupakan suatu metode yang mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik yang berada pada daerah panjang gelombang 0,75-1000  $\mu\text{m}$  atau pada bilangan gelombang 13000-10  $\text{cm}^{-1}$  (Sari, 2011: 16). Gugus karbonil C=O aldehida menyerap pada bilangan gelombang yang sedikit lebih tinggi daripada metil keton yang menyerap pada bilangan gelombang 1740-1720  $\text{cm}^{-1}$  (Silverstein, 2005: 94).

Daerah antara 1400-4000  $\text{cm}^{-1}$  bagian kiri spektrum inframerah merupakan daerah yang khusus berguna untuk identifikasi gugus-gugus fungsional. Dalam daerah ini biasanya korelasi antara suatu pita dan gugus fungsional spesifik tidak dapat ditarik dengan cermat, namun tiap senyawa organik mempunyai resapan yang unik. Oleh karena itu, bagian spektrum ini disebut daerah sidik jari (*fingerprint region*). Meskipun bagian kiri suatu spektrum nampaknya sama untuk senyawa-senyawa yang mirip, daerah sidik jari harus cocok antara dua spektra, agar dapat disimpulkan bahwa kedua senyawa itu sama. Salah satu pita dalam spektrum inframerah yang paling terbedakan adalah pita yang disebabkan oleh modulus uluran karbonil. Pita ini merupakan peak yang kuat yang dijumpai dalam daerah 1640-1820  $\text{cm}^{-1}$  (Purba, 2018: 18).

Menurut hasil penelitian Setiyoko (2016: 70), dari hasil Spektra FTIR karboksimetil selulosa biji salak yang paling optimal dengan kemurnian CMC 90,86% dan DS 0,76 dari penambahan NaOH 15% pada poses alkalisasi dan natrium monokloroasetat 5,02 g pada proses karboksimetilasi serta suhu esterifikasi 50°C. Senyawa karboksimetil selulosa diidentifikasi pada panjang gelombang dengan kisaran 1600-1640 $\text{cm}^{-1}$  dan 1400-1450  $\text{cm}^{-1}$ . Sedangkan dari hasil spektra FTIR karboksimetil selulosa yang dihasilkan pada rasio natrium monokloroasetat : selulosa terbaik dan waktu reaksi optimum dari kulit durian yaitu munculnya bilangan

gelombang 3417 adalah gugus OH yang merupakan ciri khas dari selulosa (Safitri, dkk., 207: 66).

Menurut Eriningsih, dkk., (2011: 109), menggunakan selulosa dari tongkol jagung menghasilkan gugus fungsi OH sangat kuat pada bilangan gelombang 3427  $\text{cm}^{-1}$ . Pada panjang gelombang 3700-3100  $\text{cm}^{-1}$  yaitu gugus OH menunjukkan terbentuknya kelompok ikatan hidrogen antara atom hidrogen dalam satu kelompok gugus hidroksil lain monomer glukosa pada rantai polimer selulosa. Berdasarkan identifikasi tersebut terbukti bahwa CMC yang dihasilkan mempunyai kemiripan gugus fungsi dengan CMC komersial dan mempunyai bilangan gelombang yang menunjukkan gugus konstituen pada CMC yaitu gugus karboksil dan  $-\text{CH}_2$  (Safitri, dkk., 207: 67).

Gugus eter ( $-\text{O}-$ ) pada 1049  $\text{cm}^{-1}$ , dari hasil gugus fungsional yang terukur dari spektrum FTIR dengan masing-masing serapan pada daerah panjang gelombang tertentu menunjukkan kesesuaian dengan struktur karboksimetil selulosa. Hal ini ditandai dengan terdapatnya vibrasi OH pada 1300  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan  $-\text{C}-\text{H}$  pada bilangan gelombang sekitar 2950  $\text{cm}^{-1}$ , gugus karboksil  $\text{COO}-$  dengan bilangan gelombang sekitar 1613  $\text{cm}^{-1}$ , ikatan  $-\text{CH}_2$  yaitu 1411  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus eter ( $-\text{O}-$ ) sangat kuat pada 1049  $\text{cm}^{-1}$  (Eriningsih, dkk., 2011: 109).

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-Desember 2019 di Laboratorium Biokimia, Laboratorium Kimia Fisika, Laboratorium Kimia Balai Teknik Lingkungan dan Pengendalian Penyakit, Laboratorium Analitik dan Laboratorium Riset Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

##### **B. Alat dan Bahan**

###### **1. Alat**

Alat-alat yang digunakan pada percobaan ini adalah FTIR (*Fourier Transform Infra Red*), desikator, konduktometer, turbidimeter, pH meter, *hot plate magnetic stirrer*, pompa vakum, neraca analitik, *shieve shaker*, oven, kompor listrik, termometer 110°C, lumpang dan alu, statif, klem, *stopwatch* dan alat-alat gelas.

###### **2. Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan pada percobaan ini adalah aquadest, asam asetat glasial ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 90%, asam trikloroasetat ( $\text{CCl}_3\text{COOH}$ ) 15%, asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) 3,5%, hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 10%, Isopropanol ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ ), kertas saring, metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) 2%, 17,5% dan 20%, natrium hipoklorit ( $\text{NaOCl}$ ) 1,75% dan 6%, pelepah salak (*Salacca zalacca*) dan *waterone*.

### **C. Prosedur Kerja**

#### **1. Sintesis CMC dari Serat Pelepah Salak**

##### **A. Persiapan Sampel Pelepah Salak**

Persiapan sampel dilakukan dengan mengambil sampel pelepah salak secara acak dari kebun masyarakat di Kab. Pinrang, Sulawesi Selatan. Selanjutnya dilakukan tahap pengeringan. Setelah itu, dilakukan penepungan dengan cara diambil serat pelepah salak, lalu dipotong kecil-kecil dan dihancurkan menjadi serbuk menggunakan blender. Diayak serbuk yang diperoleh dengan *shieve shaker* dengan ukuran ayakan 100 mesh dan dikeringkan kembali selama 1 jam dengan menggunakan oven 60°C (Silsia, dkk., 2018: 55).

##### **B. Ekstraksi Selulosa**

Ekstraksi selulosa dilakukan dengan 2 cara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Proses ekstraksi secara langsung digunakan sebanyak 75 gram serbuk serat pelepah salak dimasukkan ke dalam gelas kimia, kemudian ditambahkan 2000 mL HNO<sub>3</sub> 3,5% dan 10 mg NaNO<sub>2</sub> lalu dipanaskan pada suhu 90°C selama 2 jam sambil diaduk diatas *hot plate*. Setelah dipanaskan, disaring dan residu yang dihasilkan kemudian dinetralkan. Selanjutnya ditambahkan 1 L NaOH 2% dipanaskan pada suhu 50°C selama 1 jam sambil diaduk diatas hot plate. Disaring dan residu yang dihasilkan kemudian dinetralkan. Residu dari hasil saringan diambil dan dilanjutkan ke proses pemutihan (Ferdiansyah, dkk., 2017: 159).

Ekstraksi secara tidak langsung digunakan sebanyak 50 gram serbuk serat pelepah salak direndam dengan menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH) 10% sebanyak 500 mL, kemudian diaduk dengan rata hingga seluruh serbuk serat pelepah salak terendam. Perendaman dilakukan selama 24 jam. Setelah itu, dilakukan proses penyaringan menggunakan kain saring. Kemudian, residu dari hasil saringan

diambil dan dilanjutkan ke proses pemutihan.

### C. Proses Pemutihan

Proses pemutihan dilakukan dengan 2 cara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Proses pemutihan secara langsung dilakukan dengan menambahkan residu yang didapatkan dengan 500 mL larutan NaOCl 1,75%, dipanaskan pada suhu 70°C selama 30 menit sambil diaduk diatas hot plate. Disaring dan residu yang dihasilkan kemudian dinetralkan. Lalu ditambahkan dengan 500 mL NaOH 17,5% dan dipanaskan pada suhu 80°C selama 30 menit sambil diaduk diatas hot plate. Disaring dan residu yang dihasilkan kemudian dinetralkan. Lalu ditambahkan dengan 250 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10%, dipanaskan pada suhu 60°C selama 15 menit sambil diaduk diatas hot plate. Disaring dan residu yang dihasilkan kemudian dinetralkan. Dikeringkan residu didalam oven pada suhu 60°C kemudian disimpan di dalam desikator (Sebayang dan Sembiring, 2017: 521).

Proses pemutihan secara tidak langsung dilakukan dengan cara residu yang telah didapatkan, kemudian ditambahkan dengan larutan natrium hipoklorit 6% sebanyak 150 mL dan dipanaskan selama 60 menit pada suhu 60°C. Selanjutnya dicuci dengan menggunakan air hangat dan disaring untuk menghilangkan sisa natrium hipoklorit (NaOCl). Proses ini dilakukan sebanyak 3 kali hingga diperoleh selulosa berwarna putih. Selulosa yang dihasilkan kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C hingga kering, kemudian disimpan di dalam desikator (Fadillah, 2018: 24).

Rendemen selulosa ditentukan dengan rumus:

$$\text{Rendamen Selulosa (\%)} = \frac{\text{Berat Kering ekstrak serat pelepah lontar}}{\text{Berat sampel serbuk erbuk serat pelepah lontar}} \times 100\%$$

#### **D. Pemurnian CMC dari Pelepah Salak**

Selulosa ditimbang sebanyak 5 gram, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia 250 mL. Ditambahkan 100 mL isopropanol dan diaduk selama 10 menit. Lalu dilakukan alkalisasi dengan menambahkan 20 mL NaOH 17,5%. Campuran tersebut dipanaskan dengan hotplate magnetic stirrer pada suhu 30°C selama 1 jam. Setelah proses alkalisasi selesai, dilanjutkan dengan proses karboksimetilasi dengan menambahkan asam trikloroasetat 15% sebanyak 20 mL dan dipanaskan pada suhu 45°C selama 3 jam. Setelah itu, campuran disaring dan residunya dilanjutkan ke proses penetralan (Fadillah, 2018: 24).

#### **E. Penetralan Karboksimetil Selulosa (CMC)**

Setelah proses karboksimetil selesai, hotplate magnetic stirrer dimatikan, lalu campuran disaring dan residunya di pindahkan ke dalam gelas kimia dan diukur pH-nya. Selanjutnya ditambahkan asam asetat glasial 90% sampai pH 7. Setelah itu campuran disaring dan dilakukan pencucian dengan waterone. Residu yang didapatkan kemudian direndam menggunakan 100 mL metanol selama 24 jam. Padatan (CMC) yang diperoleh dari hasil penyaringan kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C hingga kering. Padatan yang kering kemudian digerus menggunakan lumpang dan alu sehingga diperoleh serbuk CMC (Safitri, dkk., 2017: 61).

### **2. Karakteristik CMC dari Pelepah Salak**

#### **A. Karakteristik Fisik dari CMC**

##### **1) pH**

Ditimbang 0,5 gram berat kering (CMC). Kemudian ditambahkan 50 mL aquades. Setelah itu, dipanaskan menggunakan hotplate sampai suhu 70°C sambil diaduk dan larut. Setelah dingin, diukur pH-nya (Safitri, dkk., 2015: 62)

## 2) Uji *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

Diambil sampel sedikit, kemudian diletakkan diatas tempat pengujian FTIR. Lalu ditekan sampai mengenai sampel dan diuji.

## 3. Aplikasi CMC sebagai Flokulan

Ditimbang 0,35 gram CMC, lalu dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan air sumur sebanyak 25 mL. Setelah itu, dipanaskan selama 5 menit pada suhu 30°C. Kemudian, diangkat dan didiamkan selama 7 hari. Selanjutnya, dilakukan proses penyaringan menggunakan pompa vakum. Filtrat yang diperoleh, selanjutnya dianalisis menggunakan turbidimeter, pH, konduktometer dan COD.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN



#### 4.1 Hasil Penelitian

##### 4.1.1 Sintesis CMC dari Serat Pelepah Salak

##### A. Ekstraksi Selulosa Serat Pelepah Salak

Hasil ekstraksi selulosa serat pelepah salak dapat dilihat pada Tabel 4.1


**Tabel 4.1** Hasil ekstraksi selulosa dari serat pelepah salak

Ekstraksi	Volume awal (g)	Volume sesudah (g)	Rendamen (%)	Warna	Gambar
Langsung	75	12,9	17,2	Putih	
Tidak Langsung	50	23,4	46,8	Putih Kekuningan	


##### B. Pemurnian CMC

Sintesis karboksimetil selulosa (CMC) dapat dilihat pada Tabel 4.2

**Tabel 4.2** Hasil CMC dari selulosa serat pelepah salak

Ekstraksi	pH	Berat CMC (g)	Rendamen (%)	Warna	Gambar
Langsung	6,41	3,34	66,8	Putih	



Tidak Langsung	5,75	4,3	86	Putih Kekuningan	
-------------------	------	-----	----	---------------------	---

#### 4.1.2 Uji FTIR Serat, Selulosa dan CMC Pelepah Salak

Hasil FTIR pada serat, selulosa dan CMC dari pelepah salak yaitu Dapat dilihat pada tabel 4.3 untuk metode langsung dan 4.4 untuk metode tidak langsung.

**Tabel 4.3** Daerah Serapan FTIR Serat Pelepah salak, Selulosa, dan CMC Metode Langsung

Daerah Serapan ( $\text{cm}^{-1}$ )				
Serat Pelepah Salak	Selulosa Langsung	CMC Langsung	Gugus Fungsi	Daerah Serapan
3340.70	3446.74	3328.38	O-H <i>Stretching</i>	3550-3200
2917.69	2855.19	2891.72	C-H <i>Stretching</i>	3000-2840
1730.69	-	-	C=O	1740-1720
1504.52	-	-	C=C	1900-1500
1421.56	1460.35	1418.06	C-H <i>Bending</i>	1439-1399
1370.60	1376.91	1366.06	C-H	1370-1365
1236.06	1230.52	1277.62	C-O-C	1275-1200
-	1162.08	1057.85	C-O	1260-1000
897.02	894.68	894.28	C-H <i>Bending</i>	900-675

(Sumber: Silverstein, dkk., 2005)

**Tabel 4.4** Daerah Serapan FTIR Serat Pelepah salak, Selulosa, dan CMC Metode Tidak Langsung

Daerah Serapan ( $\text{cm}^{-1}$ )				
Serat Pelepah Salak	Selulosa Tidak Langsung	CMC Tidak Langsung	Gugus Fungsi	Daerah Serapan
3340.70	3335.83	3334.79	O-H <i>Stretching</i>	3550-3200
2917.69	2901.53	2903.34	C-H <i>Stretching</i>	3000-2840
1730.69	-	-	C=O	1740-1720
1504.52	1540.43	-	C=C	1900-1500
1421.56	1424.23	1418.83	C-H <i>Bending</i>	1439-1399
1370.60	1370.41	1367.21	C-H	1370-1365
1236.06	1201.41	1264.76	C-O-C	1275-1200
-	1159.53	1045.69	C-O	1260-1000
897.02	896.88	894.81	C-H <i>Bending</i>	900-675

(Sumber: Silverstein, dkk., 2005)

### 4.1.3 Aplikasi CMC sebagai Flokulan

**Tabel 4.5** Karakteristik CMC sebagai flokulan metode langsung dan tidak langsung

No	Material	pH	Konduktivitas	Turbiditas	COD
1	Air Sumur	8,80	1,318	1,98	82,49
2	Air Sumur + CMC Secara Langsung	8,50	0,635	2,42	48,52
3	Air Sumur + CMC Secara Tidak Langsung	8,55	0,655	2,84	77,30

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Sintesis CMC dari Pelepah Salak

#### A. Preparasi dan Ekstraksi Selulosa Serat Pelepah Salak

Preparasi sampel dilakukan untuk menghilangkan kandungan air dari serat pelepah salak sehingga menghasilkan serbuk halus pada proses penggilingan. Penelitian ini menggunakan serbuk serat pelepah salak dengan ukuran partikel 100 mesh. Menurut Safitri, dkk., (2017: 62), penggunaan sampel dengan ukuran partikel yang semakin kecil mampu melepaskan lignin dan hemiselulosa dengan selulosa.

Lignin yang terikat dengan selulosa dapat dihilangkan dengan proses delignifikasi menggunakan  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{NaNO}_2$ , sehingga lignin akan keluar dan menjadi nitrolignin sekaligus menghilangkan hemiselulosa (Effendi, dkk., 2018: 53). Karena pada serat pelepah salak memiliki tekstur serat keras sehingga untuk memisahkan selulosa dengan komponen lainnya sangat sulit karena memiliki kandungan lignin yang tinggi. Menurut Raharjo, dkk., (2016: 4), pelepah salak mengandung selulosa 42,54%, hemiselulosa 34,35% dan lignin 28,0%. Proses delignifikasi pada metode langsung membutuhkan waktu yang lama dibandingkan dengan metode tidak langsung. Hal ini disebabkan, pada metode langsung memiliki tahapan penetralan secara berulang-ulang sedangkan pada metode tidak langsung

dilakukan dengan proses perendaman.

Hasil dari senyawa selulosa dengan rendemen sebesar 17,2% untuk metode langsung dan 46,8% untuk metode tidak langsung. Hasil ekstraksi serbuk serat pelepah salak memperlihatkan bahwa rendamen ekstrak selulosa yang dihasilkan pada metode langsung lebih rendah. Rendahnya rendamen yang dihasilkan disebabkan oleh proses pencucian dan penyaringan yang kurang baik. Rendamen yang diperoleh dari hasil penelitian lebih baik dibandingkan penelitian yang dilakukan Safitri, dkk., (2017: 62), menggunakan sampel kulit durian dengan rendemen sebesar 36,573%.

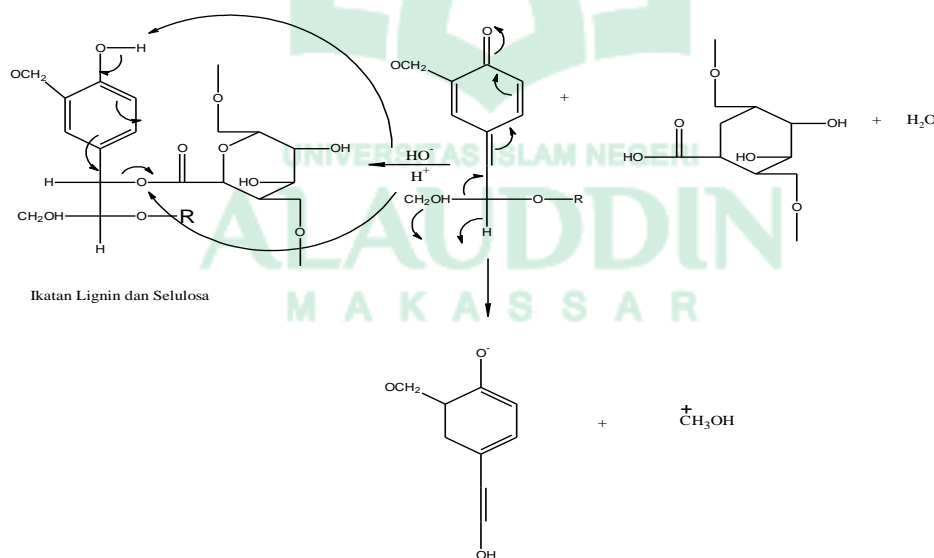
Warna yang dihasilkan dari proses delignifikasi yaitu kuning kecoklatan yang menandakan terlarutnya sebagian senyawa lignin dari serat pelepah salak. Hal ini diindikasikan bahwa adanya gugus asetil dan ester pada hemiselulosa atau kelompok asam karboksilat yang muncul pada bilangan gelombang  $1729.51\text{cm}^{-1}$ . Hal ini sesuai dengan penelitian Muzakkar, dkk., (2017: 401), yang menggunakan sampel jerami padi dengan hasil endapan proses ekstraksi berupa senyawa selulosa yang masih berwarna kecoklatan, disebabkan oleh adanya lignin yang masih tersisa.

Residu yang diperoleh dari proses delignifikasi dilanjutkan ke proses pembengkakan menggunakan larutan NaOH 2%. Hasil penambahan NaOH akan menghasilkan warna merah kehitaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Safitri, dkk., (2017: 63), proses penghilangan komponen-komponen pengotor dari sampel untuk mendapatkan selulosa dilakukan dengan penambahan larutan basa yaitu NaOH sehingga akan ditandai dengan perubahan warna menjadi merah kehitaman pada larutan. Penurunan kandungan lignin yang terjadi disebabkan karena sifat lignin yang dapat terdegradasi oleh larutan alkali seperti NaOH. Menurut Eriningsih, dkk., (2011: 110) lignin akan terhidrolisis pada proses delignifikasi dengan NaOH yang di

awali dengan difusi lignin dalam larutan alkali dan mengalami pelepasan ikatan silang yang membuat lignin lebih mudah larut dalam alkali. Proses ekstraksi yang berlangsung pada suhu tinggi menghasilkan uap panas yang membantu proses pengrusakan struktur lignin (Dimawarnita, dkk., 2019: 98).

Berdasarkan hasil penelitian Dimawarnita, dkk., (2019: 98), dengan proses ekstraksi selulosa dari limbah baglog jamur tiram dengan menggunakan NaOH untuk menghilangkan kandungan lignin. Konsentrasi NaOH 12% menghasilkan  $\alpha$ -selulosa dengan tingkat kemurnian yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan NaOH 10%. Tingkat konsentrasi ini sangat berpengaruh pada penghilangan lignin, untuk menghasilkan  $\alpha$ -selulosa yang akan berpengaruh pada kualitas CMC yang akan dihasilkan.

Mekanisme pemisahan antara ikatan lignin dengan selulosa dengan menggunakan NaOH, yaitu:



**Gambar 4.1** Mekanisme pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa oleh  $\text{OH}^-$

Gambar 4.1 menunjukkan reaksi pemisahan lignin dengan bantuan larutan NaOH, yang mana penyerangan atom H yang terikat pada gugus OH fenolik oleh ion

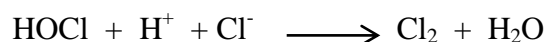
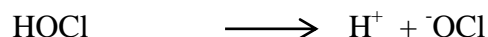
hidroksida (OH) yang bersifat asam karena berikatan pada atom O yang memiliki keelektronegatifan besar. Atom O yang memiliki keelektronegatifan besar akan menarik elektron pada atom H sehingga menjadi bermuatan parsial positif dan mudah lepas menjadi ion  $H^+$ . Selanjutnya, terjadi pemutusan ikatan aril eter dan karbon-karbon yang akan menghasilkan fragmen yang larut dalam NaOH. Penghilangan lignin pada pemutusan ini di tandai dengan adanya warna kehitaman pada larutan, penurunan kandungan lignin yang terjadi disebabkan karena sifat lignin yang dapat terdegradasi oleh larutan alkali seperti NaOH. Menurut Indriyanti, dkk., (2016: 107), NaOH dapat melarutkan bentuk selulosa lain seperti  $\beta$ -selulosa,  $\gamma$ -selulosa dan hemiselulosa sehingga yang tersisa adalah  $\alpha$ -selulosa.

Proses ekstraksi selulosa secara tidak langsung dilakukan dengan perendaman menggunakan larutan NaOH 10% selama 24 jam. Hal ini bertujuan untuk memisahkan lignin, hemiselulosa dan selulosa. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan warna yang dihasilkan yaitu merah kecoklatan. Hal ini sesuai dengan penelitian Safitri, dkk., (2017: 63), menggunakan sampel serbuk kulit durian dengan penambahan NaOH 10% yang direndam selama 24 jam menghasilkan warna merah kehitaman.

#### **B. Proses pemutihan**

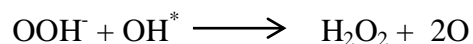
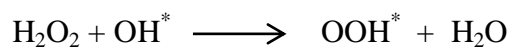
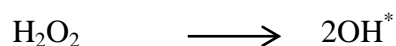
Proses pemutihan secara langsung menghasilkan endapan hasil pembengkakan berupa senyawa selulosa yang masih berwarna kuning kecoklatan. Warna kuning kecoklatan pada selulosa disebabkan oleh senyawa lignin yang masih tersisa, sehingga dibutuhkan suatu proses pemutihan untuk memutihkan selulosa. Proses pemutihan bertujuan agar kemurnian selulosa menjadi lebih baik tanpa terjadi banyak pemutusan rantai selulosanya. Penambahan NaOCl 1,75% berfungsi untuk mengoksidasi struktur lignin sehingga akan memutuskan ikatan C pada molekul

lignin (Nur, 2016: 225). Hal ini sesuai dengan penelitian Muzakkar, dkk., (2017:401), untuk menghasilkan selulosa yang putih dilakukan proses pemutihan dengan menggunakan larutan natrium hipoklorit. Hal ini tergambarkan dalam mekanisme reaksi berikut:



Menurut Hidayanti, dkk., (2000: 63), semakin tinggi konsentrasi hipoklorit sehingga akan meningkat derajat putih pulp ampas tebu sehingga pembentukan klor bebas akan meningkat untuk menghilangkan lignin. Sehingga klor akan bereaksi dengan lignin yang menyebabkan pulp berwarna kuning yang lama kelamaan akan menghilang yang diakibatkan dari hasil klorinasi.

Untuk tahapan selanjutnya, penghilangan warna kuning dilanjutkan dengan tahap pemutihan dengan menggunakan hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 10%. Hidrogen peroksida mampu mengoksidasi unit non-fenolik lignin melalui pelepasan satu elektron sehingga membentuk radikal kation yang akan terurai secara kimiawi, yang memiliki kemampuan untuk melepaskan oksigen yang cukup kuat dan mudah larut dalam air. Larutan  $\text{H}_2\text{O}_2$  dalam air akan terurai menjadi  $\text{H}^+$  dan  $\text{OOH}^-$ , yang mana  $\text{OOH}^-$  berfungsi untuk menghilangkan lignin, digambarkan dalam mekanisme di bawah ini:



Hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) memiliki kemampuan untuk melepaskan oksigen yang cukup kuat larut dalam air. Proses pemutihan menggunakan  $\text{H}_2\text{O}_2$  bersifat

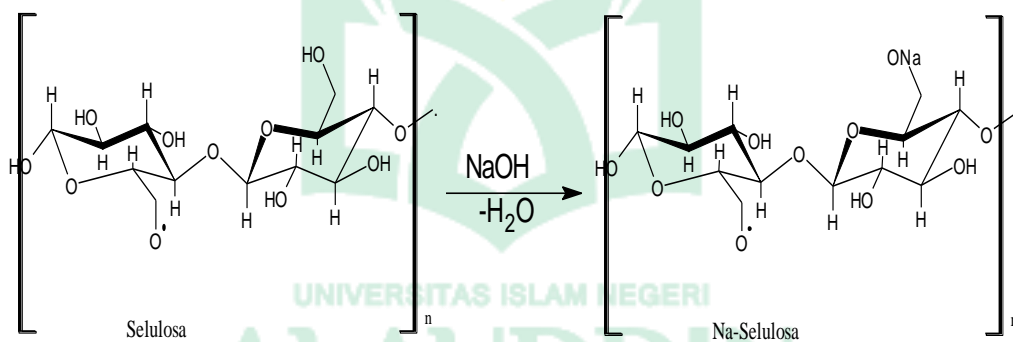
sebagai zat oksidator yang memiliki fungsi untuk mendegradasi dan menghilangkan zat penyebab warna yaitu lignin (Octaviana, 2017: 17). Menurut, hidrogen peroksida memiliki sifat yang ramah lingkungan karena pada proses penguraian hanya menghasilkan air dan oksigen.  $\text{H}_2\text{O}_2$  di dalam air akan terurai menjadi  $\text{H}^+$  dan  $\text{OOH}^-$  yang mana  $\text{OOH}^-$  berperan untuk mendegradasi lignin dan bersifat ramah lingkungan.

Hasil secara langsung pada proses pemutihan terjadi perubahan warna dari kuning kecoklatan menjadi warna kuning dan terakhir berubah warna menjadi berwarna putih. Perubahan warna tersebut terjadi karena lignin yang ada pada selulosa teroksidasi oleh larutan natrium hipoklorit (Fadillah, 2018: 29). Hal ini sesuai dengan penelitian Indriyanti, dkk., (2016: 107), pada proses pemutihan terjadi dua reaksi yaitu klorinasi dan oksidasi. Reaksi ini menyebabkan perubahan warna selulosa dari coklat menjadi putih dan lignin menjadi mudah larut dalam air sehingga yang tersisa adalah  $\alpha$ -selulosa.

Proses pemutihan dengan metode tidak langsung dilakukan dengan penambahan larutan  $\text{NaOCl}$  6% dengan 3 kali pengulangan. Perubahan pertama dari warna hitam menjadi warna coklat kemerahan, kedua berubah warna menjadi kekuningan dan ketiga berubah warna menjadi kuning keputihan. Hasil pemutihan metode langsung dan tidak langsung terdapat perbedaan pada warna selulosa yang dihasilkan yaitu warna putih dan putih kekuningan hal ini diindikasikan bahwa masih terdapat lignin pada metode tidak langsung dikarenakan hanya melalui proses yang cepat. Hal ini sesuai dengan penelitian Muzakar, dkk., (2017: 401), proses pemutihan menggunakan natrium hipoklorit dan natrium bisulfit masih menyisakan warna kekuningan, hal ini dikarenakan masih ada sedikit lignin yang masih tersisa.\

### C. Pemurnian Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Serat Pelepal Salak

Pembuatan karboksimetil sellulos (CMC) dilakukan dengan dua tahap utama yaitu alkalisasi dan karboksimetilasi guna untuk menentukan karakteristik dari CMC yang dihasilkan. Proses alkalisasi merupakan suatu proses reaksi substitusi antara gugus hidroksil dengan NaOH yang akan menghasilkan natrium selulosa (Mahendra dan Mirtalis, 2017: 8). Proses alkalisasi dengan penambahan larutan isopropanol dan larutan NaOH 17,5% dengan pengadukan selama 1 jam pada suhu 30°C. Hal ini dilakukan agar campuran reaksi merata oleh larutan NaOH. NaOH berfungsi sebagai pengaktif gugus-gugus OH<sup>-</sup> pada molekul selulosa dan membuat  $\alpha$ -selulosa berubah menjadi alkali selulosa dengan adanya penambahan isopropanol dan sumbangan gugus Na<sup>+</sup> dari NaOH 17,5% (Safitri, dkk., 2017: 64).

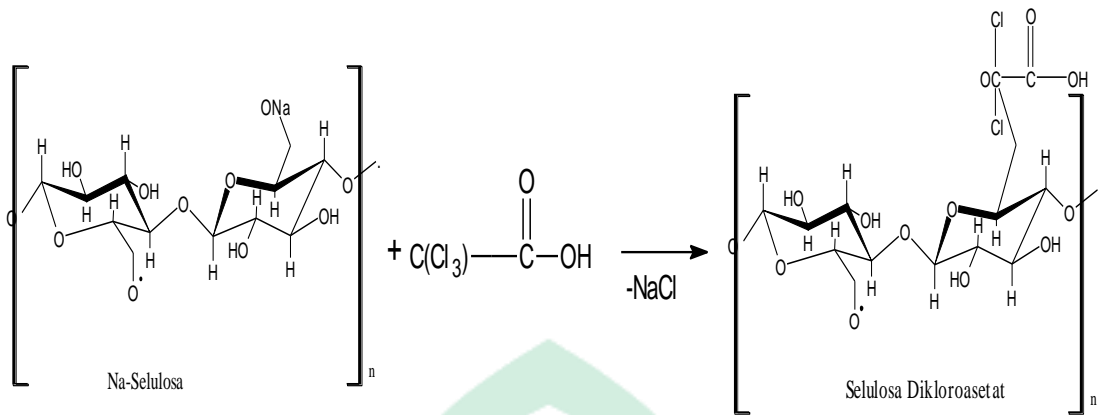


**Gambar 4.2** Reaksi Alkalisasi Selulosa

Gambar 4.2 menunjukkan reaksi alkalisasi selulosa dengan penambahan NaOH, yang mana -OH primer pada selulosa akan bereaksi dengan NaOH sehingga membentuk natrium selulosa. Selanjutnya proses karboksimetilasi dengan menggunakan pelarut asam trikloroasetat 15% dengan pemanasan dan pengadukan. Proses karboksimetilasi termasuk juga proses esterifikasi, yang mana pada tahap ini terjadi pelekatan gugus karboksilat pada struktur selulosa (Nisa, dkk., 2014: 63).

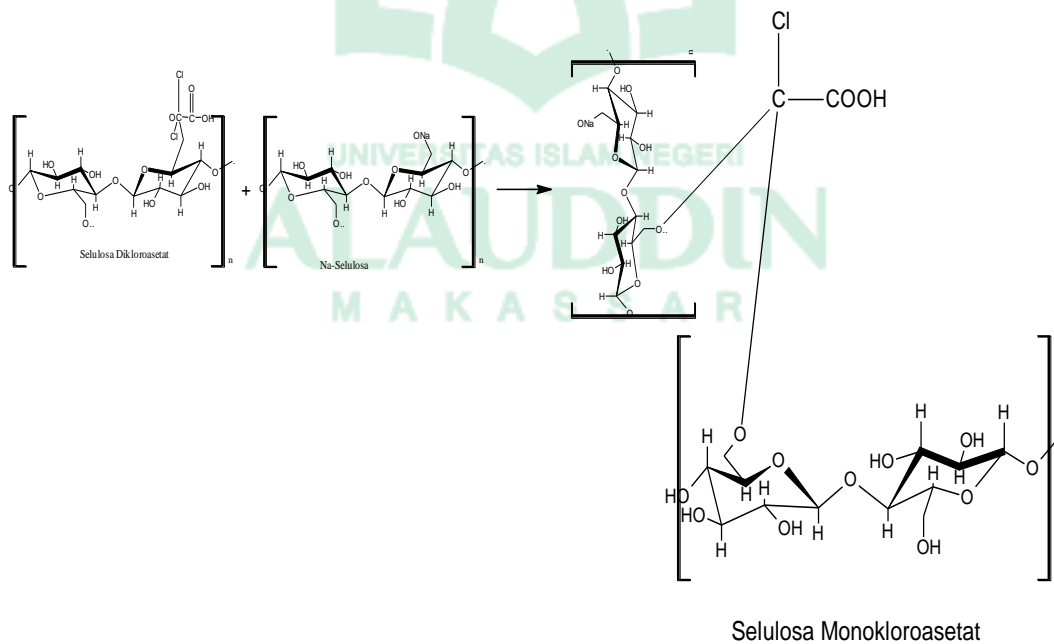


Pada proses ini terjadi reaksi substitusi antara gugus  $\text{Na}^+$  pada natrium trikloroasetat sehingga menghasilkan CMC (Mahendra dan Mirtalis, 2017: 8).

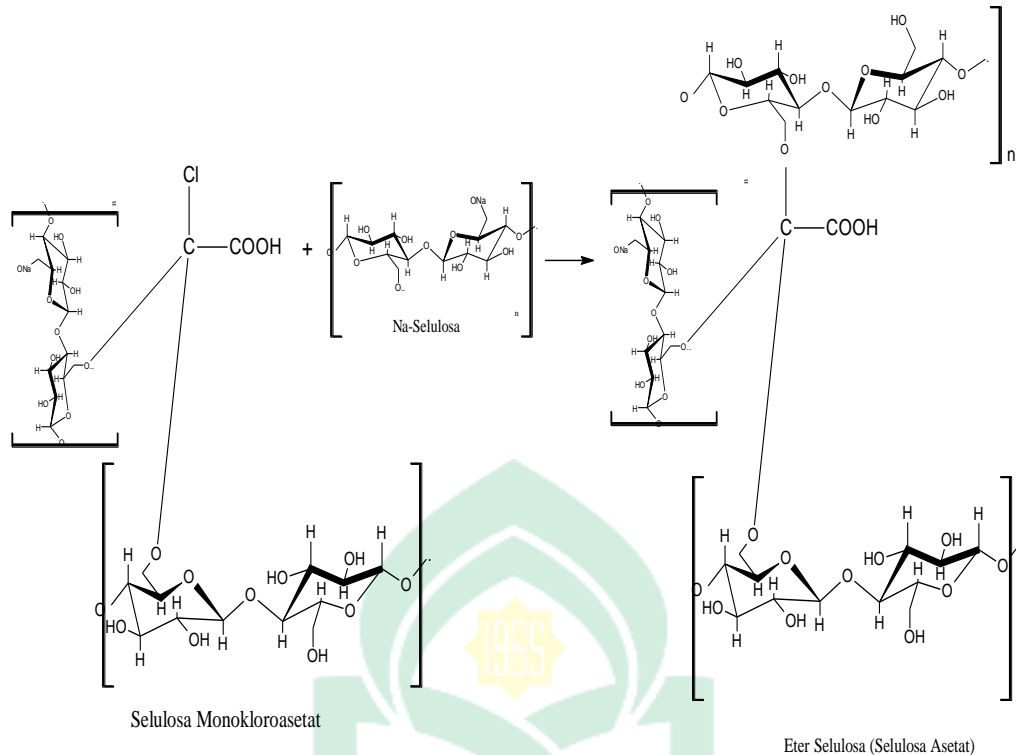


**Gambar 4.3** Reaksi terbentuknya karboksimetil dikloroselulosa

Gambar 4.3 menunjukkan adanya pergantian 1 molekul  $-\text{Cl}$  yang disubstitusi oleh selulosa membentuk selulosa dikloroasetat. Kemudian dilanjutkan dengan adanya pergantian 2 molekul  $-\text{Cl}$  yang lain (Pily, 2017: 44).



**Gambar 4.4** Reaksi terbentuknya karboksimetil monoklordiselulosa



**Gambar 4.5** Reaksi proses terbentuknya karboksimeil etil triselulosa

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa semua atom klor sudah habis disubstitusi oleh selulosa sehingga membentuk karboksimeil triselulosa (Pily, 2017: 46). Berdasarkan penelitian Lestari, dkk., (2018: 239), kadar selulosa yang dihasilkan dengan menggunakan larutan NaOH 17,5%, secara teori  $\alpha$ -selulosa tidak larut dalam konsentrasi NaOH 17,5% sedangkan  $\beta$  dan  $\gamma$ - selulosa larut. Kadar selulosa yang rendah ini kemungkinan disebabkan karena  $\beta$  dan  $\gamma$  selulosa larut dalam larutan NaOH 17,5%. Tahap penentralkan dengan menggunakan asam asetat glasial 90% hingga pH 6-8. Hal ini dikarenakan pada proses karboksimetilasi CMC yang dihasilkan dalam suasana alkali. Kemudian direndam dengan metanol selama 24 jam yang bertujuan untuk menghilangkan zat-zat pengotor.

#### **4.1.2 Karakteristik Carboxymethyl Cellulose (CMC) Serat Pelepah Salak**

##### **1. pH CMC dari serat pelepah salak**

Indikator lain yang menunjukkan kualitas CMC yang baik yaitu pH. pH yang diperoleh pada CMC secara langsung dan tidak langsung masing-masing yaitu 6,41 dan 5,75. Hal tersebut diindikasikan bahwa pH CMC yang dihasilkan baik pada metode secara langsung. Hal ini sesuai dengan penelitian Coniwanti, dkk., (2015: 63), berdasarkan standar yang berlaku sesuai SNI 06-3736-1995 pH CMC berada pada kisaran pH 6 sampai pH 8.

pH yang diperoleh untuk metode tidak langsung berada di bawah standar SNI karena selulosa yang sudah tersubstitusi dengan  $\text{Na}^+$  akan bereaksi dengan asam trikloroasetat sehingga menghasilkan CMC dan garam  $\text{NaCl}$ . Semakin banyak konsentrasi asam trikloroasetat maka semakin banyak garam yang terbentuk sehingga kondisi CMC juga semakin asam. Menurut penelitian Nisa, dkk., (2014: 39), pada pH kurang dari 5 menentukan kekentalan berkurang, sedangkan pH yang baik yaitu pH 5-11 dengan kekentalan maksimum pada pH 7-9. CMC yang baik memiliki rentang pH dari 5-11. Sedangkan menurut Hebeish, dkk., (2010: 60), berdasarkan kelompok asamnya, CMC memiliki karakter polielektrolitik, sehingga termasuk polimer linear anionik di mana atom H asli kelompok selulosa hidroksil digantikan oleh substituen karboksimetil ( $-\text{CH}_2-\text{COO}-$ ). Pada pH CMC bersifat sebagai polianion, hal tersebut ditemukan dalam bentuk garam natrium yang megasumsikan kelarutan untuk produk CMC dari  $\text{DS} > 0,5$ .

##### **2. Rendamen CMC dari Serat Pelepah Salak**

Rendamen yang diperoleh dari sintesis CMC secara langsung dan tidak langsung masing-masing yaitu 66,8% dan 86%. Rendamen yang diperoleh pada metode langsung lebih rendah dibandingkan dengan metode tidak langsung, hal ini

dapat di pengaruhi pada proses penetralan dan penyaringan disebabkan banyaknya komponen yang ikut larut.

Dari penelitian yang dilakukan rendemen yang diperoleh pada CMC metode langsung lebih tinggi dari hasil penelitian Safitri, dkk., (2017) sintesis CMC dari kulit durian yang memperoleh rendemen sebesar 36,573%. %. Sama halnya pada metode tidak langsung memiliki kadar rendamen lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Nugraheni, dkk (2018: 119) hasil rendamen sintesis CMC dari limbah kulit durian mentega yaitu 82,75%,. Berdasarkan penelitian Safitri, dkk., (2017:65), semakin banyak gugus OH pada selulosa alkali yang digantikan oleh gugus karboksimetil dari natrium manokloroasetat semakin banyak CMC yang terbentuk sehingga rendemen yang dihasilkan juga tinggi.

### **3. Warna CMC dari Serat Pelepah Salak**

Warna yang dihasilkan dari karboksimetil selulosa (CMC) secara langsung dan tidak langsung terdapat perbedaan. Metode langsung berwarna putih dan secara tidak langsung berwarna putih kekuningan. Perbedaan warna yang dihasilkan disebabkan karena metode yang digunakan berbeda, metode langsung memerlukan proses sintesis dalam waktu yang lama dibandingkan dengan metode tidak langsung sehingga pemisahan lignin pada metode tidak langsung tidak terpisah secara sempurna. Hal ini sesuai dengan penelitian nisa, dkk., (2014: 41), perubahan warna yang terjadi disebabkan oleh sedikitnya lignin yang masih ada didalam selulosa dan bereaksi dengan basa seperti NaOH yang menyebabkan perubahan warna didalam proses pembuatan CMC.

#### 4. Uji *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Hasil uji FTIR yang meliputi serat pelepah salak, selulosa dan CMC serat pelepah salak secara langsung dan tidak langsung. Sebelum adanya perlakuan pada serat pelepah salak di analisis menggunakan FTIR menghasilkan puncak pada bilangan  $1730.69\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus C=O sebagai senyawa lignin. Hal ini sesuai pada penelitian Putera, (2012: 45), yang mengekstraksi serat selulosa dari tanaman enceng gondok, bahwa daerah  $1700\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya kelompok gugus asetil dan ester pada hemiselulosa atau kelompok asam karboksilat pada kelompok ferulik dan p-cumerik pada lignin yang ditunjukkan dengan gugus C=O. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Erningsih, dkk., (2011:109), pada bilangan gelombang  $1729\text{ cm}^{-1}$  muncul peak pada tongkol jagung sebelum perlakuan dan tidak terdapat pada sintesis CMC. Hal ini dijelaskan bahwa puncak-puncak bilangan tersebut merupakan gugus ester, eter dan gugus metil yang terkandung dalam lignin.

Hasil FTIR selulosa dari pelepah salak terdapat gugus -OH pada bilangan gelombang  $3340.70\text{ cm}^{-1}$ . Berdasarkan hasil penelitian Gian, dkk., (2017: 230), menunjukkan bahwa hasil dari proses alkalisasi yaitu meningkatnya konsentrasi -OH, ditunjukkan dengan adanya puncak daerah serapan antara  $3300 - 3500\text{ cm}^{-1}$ . Kemudian ikatan -OH deformasi pada daerah serapan sekitar  $1590\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan penyerapan air oleh selulosa. Selain itu, alkalisasi juga menghilangkan daerah serapan C=C grup lignin. Sedangkan menurut Dimawarnita, dkk.,(2019: 100), puncak selulosa -OH muncul pada panjang gelombang  $3275,60\text{ cm}^{-1}$  yang menandakan proses ekstraksi selulosa dari limbah baglog berhasil membersihkan pengotor yang terdapat pada limbah baglog. Pada panjang gelombang  $2917.69\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus alifatik -CH *stretching*. Menurut penelitian pitaloka,

dkk., (2015:11), terdapat beberapa spectra yang menghilang akibat proses isolasi selulosa dengan menghilangkan lignin, hemiselulosa, pektin dan zat lainnya dalam pembuatan CMC dari eceng gondok sehingga yang tersisa hanya  $\alpha$ -selulosa yang menandakan adanya gugus fungsi O-H, C-O dan C-H.

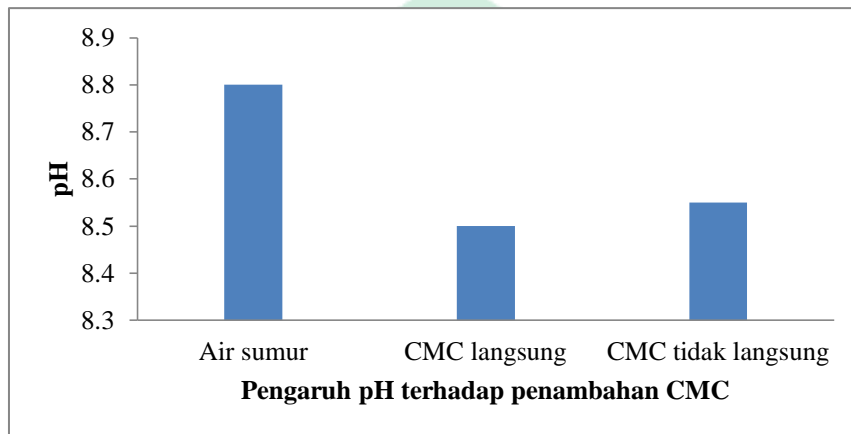
Daerah serapan yang menunjukkan ciri khas dari CMC yaitu terdapat pada daerah serapan  $1636,07\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus karbonil C=O. Hal ini sesuai dari hasil penelitian sebelumnya Erniningasih, dkk., (2011: 109), menyatakan struktur karboksimeil selulosa pada panjang gelombang  $1600-1640\text{ cm}^{-1}$  menandakan adanya gugus karboksil -COO. Hal ini sesuai dengan penelitian Ferdiansyah, dkk (2016: 139) bahwa adanya gugus fungsi C=O pada bilangan gelombang  $1604\text{ cm}^{-1}$  dan adanya ikatan C-H pada bilangan gelombang  $1419\text{ cm}^{-1}$  yang menandakan adanya proses karboksimeil.

Bilangan gelombang  $1226,27\text{ cm}^{-1}$  terdapat gugus C=C bahwa daerah penyerapan  $1260,38$  menunjukkan adanya gugus C-O-C (aryl-alkil-eter) yang menandakan adanya polimer lignin. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya Gian, dkk., (2017: 230), bilangan gelombang antara  $1200-1300\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan gugus aromatik C=C dan C-O-C menunjukkan ikatan pada lignin. Bilangan gelombang pada  $1026,06$  sampai  $1277,40\text{ cm}^{-1}$  terdapat gugus -COC- dan terdapat pita serapan pada panjang gelombang  $800-900\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan ikatan dari  $\beta$ -glikosidik. Menurut Megawati, dkk., (2017: 15), puncak  $1041,56$  menunjukkan regangan -COC- dan struktur dari komponen selulosa. Pada daerah  $894,97$  menunjukkan puncak serapan karena adanya getaran C-H dari rantai  $\beta$ -glikosidik yang merupakan penghubung antar unit glukosa pada selulosa.

### 4.1.3 Aplikasi CMC Sebagai Flokulan

#### 1. Pengaruh pH terhadap penambahan CMC

Penentuan pH menjadi salah satu parameter penting yang dapat menunjukkan kadar asam atau basa dari suatu air. Pada proses flokulasi, tinggi ataupun rendahnya pH dapat mempengaruhi kualitas air maupun warna pada air yang menandakan terdapat zat-zat terlarut dalam air yang dapat mempengaruhi tingkat kekeruhan. Baku Mutu Air yang terdapat pada Permenkes No. 416 Tahun 1990 menentukan konsentrasi terhadap pH untuk standarnya yaitu pada rentang 6 – 8,5.



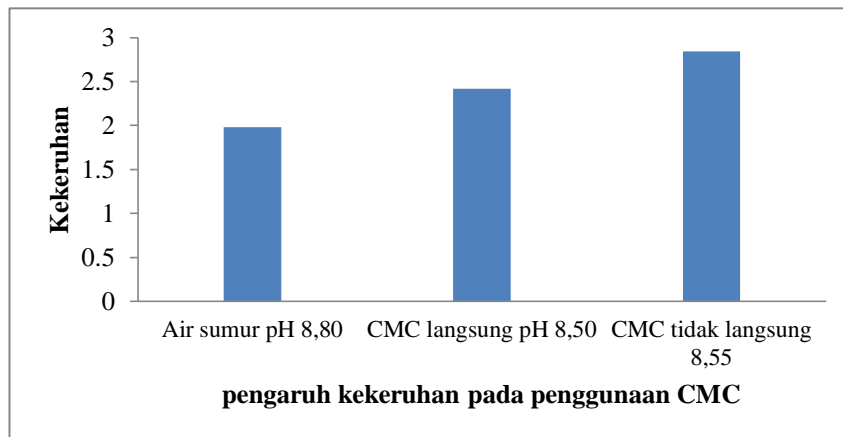
**Gambar 4.6** Pengaruh pH terhadap penambahan CMC

Gambar 4.6 menunjukkan hasil pengaruh pH pada air sumur setelah ditambahkan dengan CMC yaitu mengalami penurunan dari pH 8,80 turun menjadi 8,50 dan 8,55. Sehingga dapat diasumsikan bahwa penambahan flokulan pada air berpengaruh terhadap penurunan pH. Menurut hasil penelitian Rohana dan Sri (2019: 19). kondisi pH awal pada air limbah yaitu 7 setelah penambahan flokulan berupa *Ipomoea batatas* L. mengalami penurunan yaitu pH 6,5.

#### 2. Pengaruh kekeruhan terhadap penambahan CMC

Kekeruhan adalah salah satu sifat fisik air yang disebabkan oleh zat padat yang terkandung di dalam air baik organik maupun anorganik. Beberapa zat yang menyebabkan kekeruhan air adalah tanah liat, lumpur, plankton, material koloid,

mikroorganisme dan pewarna. Air yang keruh dianggap tidak sehat dan tidak memenuhi standar estetika. Kekeruhan dapat diukur dengan turbidimeter serta dinyatakan dalam satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Units*).



**Gambar 4.7** Pengaruh kekeruhan pada penggunaan CMC

Gambar 4.7 menunjukkan hasil pengaruh kekeruhan terhadap penambahan CMC metode langsung dan tidak langsung pada air sumur sebagai flokulan dengan pH bersifat basa, karena dalam kondisi tersebut tidak efektif dalam mengurangi tingkat kekeruhan pada air sumur. Berdasarkan hasil penelitian Ali, dkk., (2013: 16), CMC yang dijadikan sebagai flokulan mampu mengurangi tingkat kekeruhan pada air yang memiliki pH netral dibandingkan dengan pH basa.

Menurut Rohana dan Sri (2019: 18), optimasi waktu pengadukan juga perlu dilakukan karena dapat mempengaruhi proses flokulasi. Waktu pengadukan yang terlalu singkat dapat menyebabkan pembentukan flok-flok tidak sempurna. Sedangkan jika waktu proses flokulasi terlalu lama maka flok-flok yang telah terbentuk dapat larut kembali .

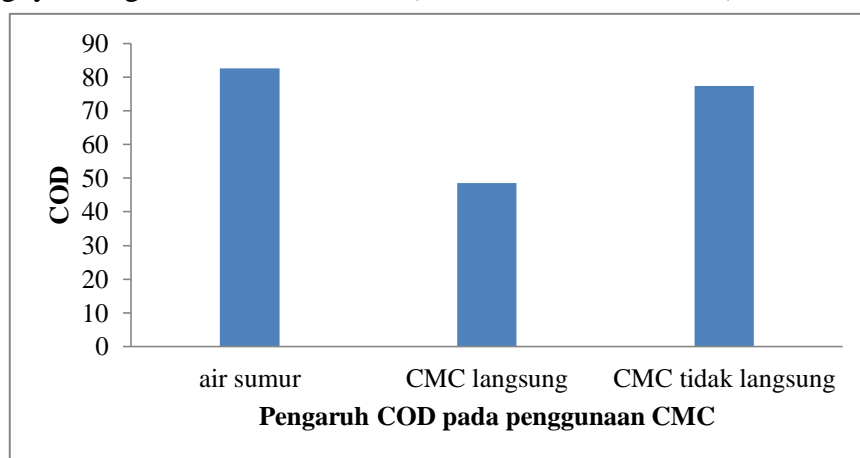
Menurut Purwanto (2013: 18), kecepatan pengendapan partikel dapat dipengaruhi oleh ukuran partikel, viskositas dan perbedaan densitas cairan-partikel. Karena jika densitas partikel jauh lebih besar daripada fluida, maka partikel akan



mengendap. Sebaliknya, jika densitas partikel jauh lebih kecil daripada densitas cairan maka partikel akan mengapung.

### 3. Pengaruh COD pada penggunaan CMC

Nilai COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara ilmiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis yang mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air (Estikarini, dkk., 2016: 2).

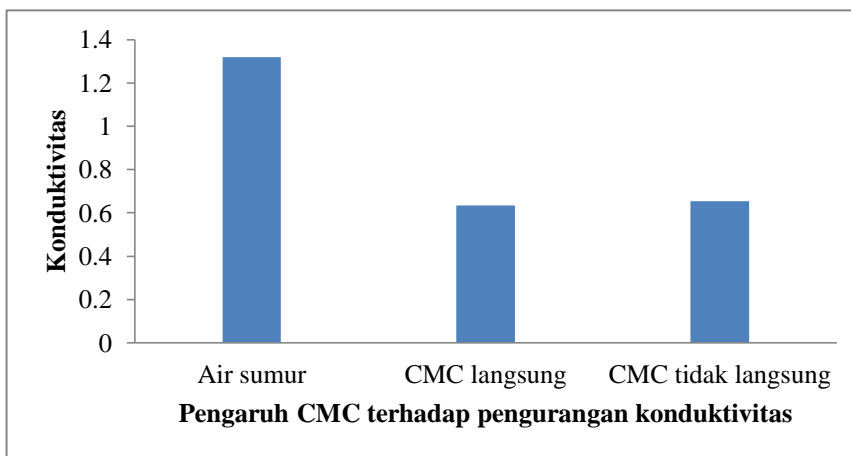


**Gambar 4.8** Pengaruh COD pada penggunaan CMC

Gambar 4.8 menunjukkan hasil dari pengaruh COD pada penambahan CMC diperoleh nilai COD sebesar 82,49. Setelah penambahan CMC langsung diperoleh nilai COD sebesar 48,52 sedangkan untuk metode tidak langsung sebesar 77,30. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa CMC dapat mengurangi nilai COD pada air sumur baik dengan metode secara langsung maupun tidak langsung. Menurut Estikarini, dkk., (2016: 5), COD dapat menurunkan nilai pada air limbah sebesar 370 mg/L dan meningkat pada 1.793 mg.L, COD yang dihasilkan setelah penambahan CMC langsung maupun tidak langsung berbeda. Hal ini dikarenakan, CMC bervariasi karena sifat kompleks. Selain itu juga, proses mengekstraksi selulosa pada sintesis CMC yang berbeda.

#### 4. Pengaruh CMC terhadap pengurangan konduktivitas

Konduktivitas atau daya hantar listrik /DHL adalah gambaran numerik dari kemampuan air untuk meneruskan aliran listrik. Sehingga semakin banyak garam-garam terlarut yang terionisasi, maka semakin tinggi nilai DHL yang diperoleh yang dinyatakan dengan satuan  $\mu\text{mhos/cm}$  (Nicolani, 2015: 3). Pengaruh CMC terhadap pengurangan konduktivitas dapat dilihat pada gambar dibawah ini



**Gambar 4.9** Pengaruh CMC terhadap pengurangan konduktivitas

Gambar 4.9 menunjukkan hasil pengaruh CMC terhadap pengurangan konduktivitas terhadap air sumur. Sebelum perlakuan, konduktivitas air sumur dihasilkan sebesar 1,318. Setelah ditambahkan CMC secara langsung diperoleh nilai sebesar 0,635 dan tidak langsung yaitu 0,641. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan CMC pada air sumur membuat tingkat konduktivitasnya berkurang. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Ali, dkk., (2013: 18), karboksimetil selulosa yang digunakan sebagai flokulan organik sangat efektif dalam mengurangi konduktivitas pada air limbah dengan tingkat efisiensi penurunan konduktivitas rata-rata 53%.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Kesimpulan pada penelitian ini yaitu:

1. Ekstraksi selulosa dari serbuk serat pelepah salak (*Salacca zalacca*) dilakukan dengan dua metode yaitu secara langsung dan tidak langsung. Rendemen yang diperoleh dari hasil ekstraksi selulosa secara langsung dan tidak langsung masing-masing 17,2% dan 46,8%.
2. Karakteristik CMC secara langsung diperoleh berat CMC sebanyak 3,34 g dengan rendemen CMC sebesar 66,8%, pH yaitu 6,41 dan berwarna putih. Sedangkan untuk CMC secara tidak langsung diperoleh berat CMC sebanyak 4,3 g dengan rendemen CMC sebesar 86%, pH yaitu 5,75 dan berwarna putih kekuningan.
3. CMC yang diaplikasikan sebagai flokulan pada air sumur dapat mengurangi pH, konduktivitas dan COD pada air sumur.

#### **B. Saran**

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini yaitu pada proses pemutihan untuk metode tidak langsung menggunakan natrium metabisulfit.

## DAFTAR PUSTAKA

Al-Qur'an Al-Karim

- Ali, Zeenat, dkk., "Polymeric Cellulose Derivative: Carboxymethyl-Cellulose as useful Organic Flocculant againsts Industrial Waste Water". *International Journal Of Advancements in Research & Technology* 2, no. 8 (2013): h. 14-21.
- Ayuningtiyas, dkk. "Pembuatan Karboksimetil Selulosa dari Kulit Pisang Kepok dengan Variasi Konsentrasi Natrium Hidroksida, Natrium Monokloroasetat, Temperatur dan Waktu Reaksi. *Teknik Kimia* 6, no. 3 (2017): h. 47-51.
- Azhari, Hamdan. "Pengaruh Penambahan Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Limbah Kulit Ubi Lampung dalam Pembuatan Mie Basah". *Skripsi*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Univeritas Sumatera Utara, 2017.
- Coniwanti, Pamilia, dkk., "Pembuatan Natrium Karboksimetil Selulosa (Na-CMC) dari Selulosa Limbah Kulit Kacang Tanah". *Teknik Kimia* 21, no. 4 (2015): h. 57-64.
- Dimarwanita, Firda, dkk., "Peningkatan Kemurnian Selulosa dan Karboksimetil Selulosa (CMC) Hasil Konversi Limbah TKKS Melalui Perlakuan NaOH 12%". *Menara Perkebunan* 87, no. 2 (2019): 95-103.
- Effendi, Fepri, dkk., "Preparasi dan Karakteristik Mikrokrystalin Selulosa (MCC) Berbahan Baku Tandan kosong Kelapa Sawit (TKKS)". *Pendidikan dan Ilmu Kimia* 2, no.1 (2018): h. 52-57.
- Eriningsih, dkk. "Pembuatan Karboksimetil Selulosa dari Limbah Tongkol Jagung untuk Pengental pada Proses Pencapan Tekstil". *Arena Tekstil* 26, no. 2 (2011): 105-113.
- Estikarini, H.D. dkk., "Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Tekstil dengan Metode Ozonasi". *Teknik Lingkungan* 5, no. 1 (2016): h. 1-11.
- Fadillah, Nurul. "Pembuatan Natrium Krboksimetil Selulosa (Na-CMC) Dari Kulit Kapuk Randu (*Ceiba pentandra* L. Gaern) Dengan Variasi Konsentrasi Asam Trikloroasetat dan Suhu". *Skripsi*. Makassar: UIN Alauddin Makassar, 2018.
- Ferdiansyah, dkk. "Kajian Karakteristik Karboksimetil Sellulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit sebagai Upaya Diversifikasi Bahan Tambahan Pangan yang Halal". *Aplikasi Teknologi Pangan* 5, no. 4 (2016): h. 136-139.
- Ferdiansyah, dkk. "Optimasi Sintesis Karboksi Metil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Response Surface Methodology (RSM)". *AGRITECH* 37, no. 2 (2017): h. 158-164.
- Gian, Axel, dkk., "Isolasi Selulosa dari Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Nano Filler Komposit Absorpsi Suara: Analisis FTIR". *Teknik ITS* 6, no. 2 (2017): h. 228-231.

- Harmayani, K.D dan Konsukartha, I.G.M.”Pencemaran Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik di Lingkungan Kumuh” *Pemukiman Natah* 5, no. 2 (2007): h. 62-108.
- Hebeish,A. dkk., “Synthesis of Carboxymethyl Cellulose (CMC) and starch-based hybrids and their applications in flocculation and sizing”. *Carbohydrate Polymers* 7, no. 9 (2010): h. 60-69.
- Hidayanti, Sri, dkk., “Pemutihan Pulp Ampas Tebu Untuk Bahan Dasar Pembuatan CMC”. *Agrosains* 13, no. 1 (2000): h. 59-77.
- Huang, dkk., “Synthesis And Characterisation Of Carboxymethyl Cellulose From Various Agricultural Wastes”. (2016): h. 1-8.
- Ikhsanuddin. “Penentuan Konsetrasi Optimum Selulosa Ampas Tebu (*Baggase*) dalam Pembuatan Film Bioplastik”. *Skripsi*. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin, 2017.
- Indriyati, dkk. “Karakterisasi Carboxymethyl Celullose Sodium (Na-CMC) dari Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.) yang Tumbuh di Daerah Jatinangor dan Lembang”. *IJPST* 3, no. 3 (2016): h. 99-110
- Kamal, Netty. “Pengaruh Bahan Aditif CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) Terhadap Beberapa Parameter pada Larutan Sukrosa”. *Teknologi* 1, no. 17 (2010): 78-84.
- Lestari, Melinda, Dwi., “Ekstraksi Selulosa dari Limbah Pengolahan Agar Menggunakan Larutan NaOH sebagai Prekursor Bioetanol”. *Chemical Science* 7, no. 3 (2018): h. 236-241.
- Mahendra, Adis dan Mitarlis. “Sintesis dan Karakterisasi *Carboxymetil Cellulose* (CMC) dari Selulosa Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*). *Chemistry* 6, no. 1 (2017): h. 6-10.
- Megawati, dkk., “Sintesis Natrium Karboksimetil Selulosa (Na.CMC) dari Selulosa Hasil Isolasi dari Batang Alang-Alang (*Imperata cylindrical* L.)”. *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences* 2, no. 1 (2017): h. 13-16.
- Mastika, Mila, dkk., “Uji Perbandingan Kualitas Air Sumur Tanah Gambut dan Air Sumur Tanah Berpasir di Kecamatan Tekarang Kabupaten Sambas Berdasarkan Parameter Fisik”. *Prisma Fisika* 5, no. 1 (2017): h. 31-36.
- Monariqsa, Dian, dkk., “Ekstraksi Selulosa dari Kayu Gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn) dan Kayu Serbuk Industri Mebel”. *Penelitian Sains* 15, no. 3 (2012): h. 96-101.
- Muhajir, Mika. “Penurunan Limbah Cair BOD dan COD Pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman *Cattail* (*Typha angustifolia*) dengan Sistem Constructed Wetland”. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2013.
- Muzakkar, dkk., “Sintesis dan Karakteristik CMC (Carboksimetil Cellulose) yang Dihasilkan dari Jerami Padi”. *Prosiding Seminar Nasional FKPT-TPI* (2017) h: 398-407.
- Nisa, Dianrifiya dan Widya Dwi. “Pemanfaatan Selulosa dari Kulit Buah Kakao (*Teobroma cacao* L.) Sebagai Bahan Baku Pembuatan CMC (*Carboxymethyl Cellulose*)”. *Pangan dan Agroindustri* 2, no. 3 (2014): h. 34-42.

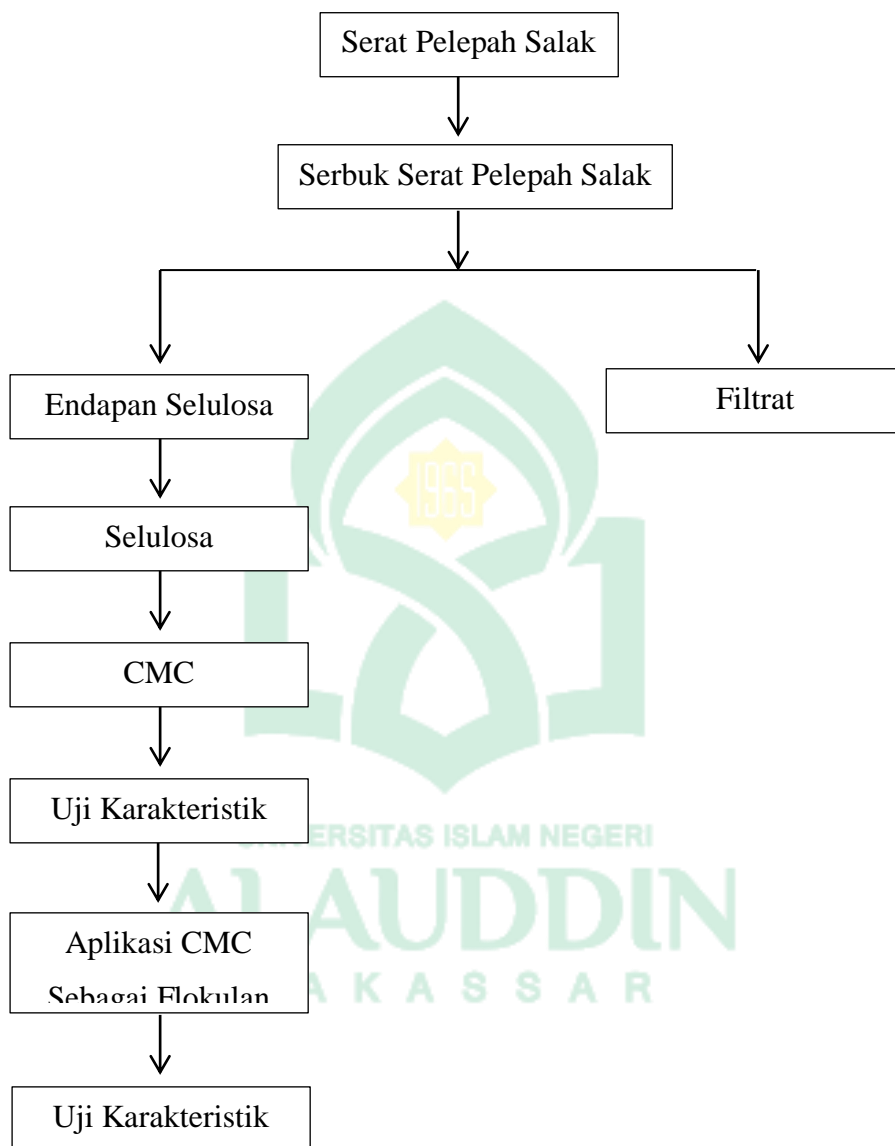
- Nugraha, Irwan dan Nurhayati, R. "Kinerja *Organoclay* Bentonit Terinterkalasi Poli-DADMAC Sebagai Flokulan Limbah Cair Tahu". *Kimia Valensi* 2, no. 2 (2016): h. 130-135.
- Nur, dkk. "Sintesis dan Karakterisasi CMC (*Carboxymethyl cellulosa*) Yang Dihasilkan Dari Selulosa Jerami Padi". *Sains dan Teknologi* 1, no. 3 (2016): h. 222-231.
- Pily,Muliyani. "Sintesis Karboksimetil Triselulosa dari Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa x paradisiciacal AAB*) melalui Reaksi Karboksimetil dengan Asam Trikloroasetat sebagai Pengadsorpsi Ion Tembaga ( $\text{Cu}^{2+}$ )". *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 2017.
- Pitaloka, A.B, dkk., "Pembuatan CMC dari Selulosa Eceng Gondok dengan Media Reaksi Campuran Larutan Isopropanol-Isobutanol untuk Mendapatkan Viskositas dan Kemurnian Tinggi". *Integrasi Proses* 5, no. 2 (2015): h. 108-114.
- Purba, Melda Permana BR. "Sintesis dan Karakterisasi CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) dari Selulosa Batang Pisang Raja (*Musa paradisiaca*) dengan Variasi Natrium Monokloroasetat". *Skripsi*. Medan: Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara, 2018.
- Purwanto, Slamet. "Sintesis Flokulan dari Pati Sagu dan Akrilamida Menggunakan *Microwale Initiated Techinque* untuk Aplikasi Penurunan Kadar Padatan Tersuspensi Dalam Air". *Skripsi*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, 2013.
- Pushpamalar, dkk., "Optimization of reaction conditions for preparing carboxymethyl cellulose from sago waste". *Carbohydrate Polymers* 64, no. 1 (2006): h. 312-318.
- Pusat Studi Biofarmaka LPPM IPB dan Gagasan Ulang. *Sehat Alami dengan Herbal 250 Tanaman Berkhasiat Obat*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2014.
- Putera, Rizky. "Ekstraksi Serat Selulosa dari Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dengan Variasi Pelarut". *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia, 2012.
- Putri, E dan Saharman Ega. "Isolasi dan Karakterisasi Nanokristal Selulosa dari tandan Sawit (*Elaeis guineensis* Jack)". *Journal of Islamic Science and Technology* 4, no. 1 (2018): h. 13-22.
- Raharjo, W.P, dkk., "Mechanical Properties Of Untreated and Alkaline Treated Fibers From Zaccacca Midrib Wastes". (2016): h. 1-8.
- Riama, Glory, dkk., "Pengaruh  $\text{H}_2\text{O}_2$ , Konsentrasi NaOH dan Waktu Terhadap Derajat Putih Pulp dari Mahkota Nanas". *Teknik Kimia* 18, no. 3 (2012): h. 25-33.
- Rohana, Hana dan Sri Tri. P. "Uji Optimasi Ekstrak Daun Ipomea Batatas L. Yang digunakana Sebagai Flokulan dalam Pengolahan Air untuk Praktikum pada Mata Kuliah Kimia Analisis Lingkungan". *Inovasi dan Pengolahan Laboratorium*. (2019): h. 9-20.



- Rukmana, H.R. *Salak: Prospek Agribisnis dan Teknik Usaha Tani*. Yogyakarta: Kasinus, 1999.
- Safitri, Dini, dkk. "Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Selulosa Kulit Durian (*Durio zibethinus*). *Kovalen* 3, no. 1 (2017): h. 58-68.
- Sari, Donna Puspa. "Sintesis dan Karakteristik CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) dari Selulosa Kulit Pisang Barangan (*Musa ascuminata*) dengan variasi Natrium Monokloroasetat". *Skripsi*. Medan: Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara, 2011.
- Setiyoko, Agus. "Sintesis dan Karakteristik Carboxy Methyl Cellulose (CMC) dari Biji Salak (*Salacca edulis* Reinw)". *Skripsi*. Universitas Gadjah Mada, 2016.
- Sembayang, Firman dan Sembiring. "Synthesis of CMC From Palm Midrib Cellulose as Stabillier and Thickening Agent in Food". *Chemistry* 33, no. 1 (2017): h. 519-530.
- Silsia, dkk. "Karakterisasi Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit". *Agroindustri* 8, no. 1 (2018): h. 53-61.
- Silverstein, Robert, dkk., *Spectrometric Identivication Of Organic Compound Seventh Edition*. State University Of New York. 2005.
- Sokanandi, dkk. "Komponen Kimia Sepuluh Jenis Kayu Kurang Dikenal: Kemungkinan Penggunaan Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol". *Penelitian Hasil Hutan* 32, no. 3 (2014): h. 209-220.
- Sumada, Ketut, dkk., "Isolasi Study Of Effeicient  $\alpha$ -Cellulose From Waste Plant Stem Manihot Esculenta Crantz". *Teknik Kimia* 5, no. 2 (2011): h. 434-438.
- Sugihartono. "Pemisahan Krom pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Gelatin dan Flokulan Anorganik". *Kulit, Karet dan Plastik* 32, no. 1 (2016): h. 21-30.
- Sugihartono. "Kajian Gelatin dari Kulit Sapi Limbah Sebagai *Renewable Flocculants* Untuk Proses Pengolahan Air". *Riset Industri* 8, no. 3 (2014): h. 179-189.
- Tjahjadi, N. *Hama Penyakit dan Tanaman*. Yogyakarta:Kasinus, 1989.
- Triyastiti, Liska dan Krisdiyanto, Didik. "Isolasi Nanokristal Selulosa dari Pelepah Pohon Salak Sebagai *Filler* pada Film Berbaasis Polivinil Alkohol (PVA)". *Indonesian Journal Of Materials Chemistry* 1, no. 1 (2018): h. 39-45.
- Wai, dkk., "Optimization of Pectin Extraction From Durian Rind (*Durio ziberthinus*) Using Response Surfance Methodology". *Journal of Food Science* 74, no.8 (2009).
- Wijayani, dkk. "Characterization Of Carboxy Methyl Cellulose (CMC) From *Eichornia crassipes* (Mart) Solms)". *Indo.J.Chem* 5, no. 3 (2005): h. 228-231.
- Yuliastuti, Rieke dan Handaru, B.C. "Efektefitas Pengolahan Limbah Cair Industri Asbes Menggunakan Flokulan dan Adsorben". *Teknologi Proses dan Inovasi Industri* 2, no. 2 (2017): h. 77-83.

## LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1 : SKEMA PENELITIAN





## LAMPIRAN 2 : SKEMA PROSEDUR KERJA

### 1. Persiapan Sampel

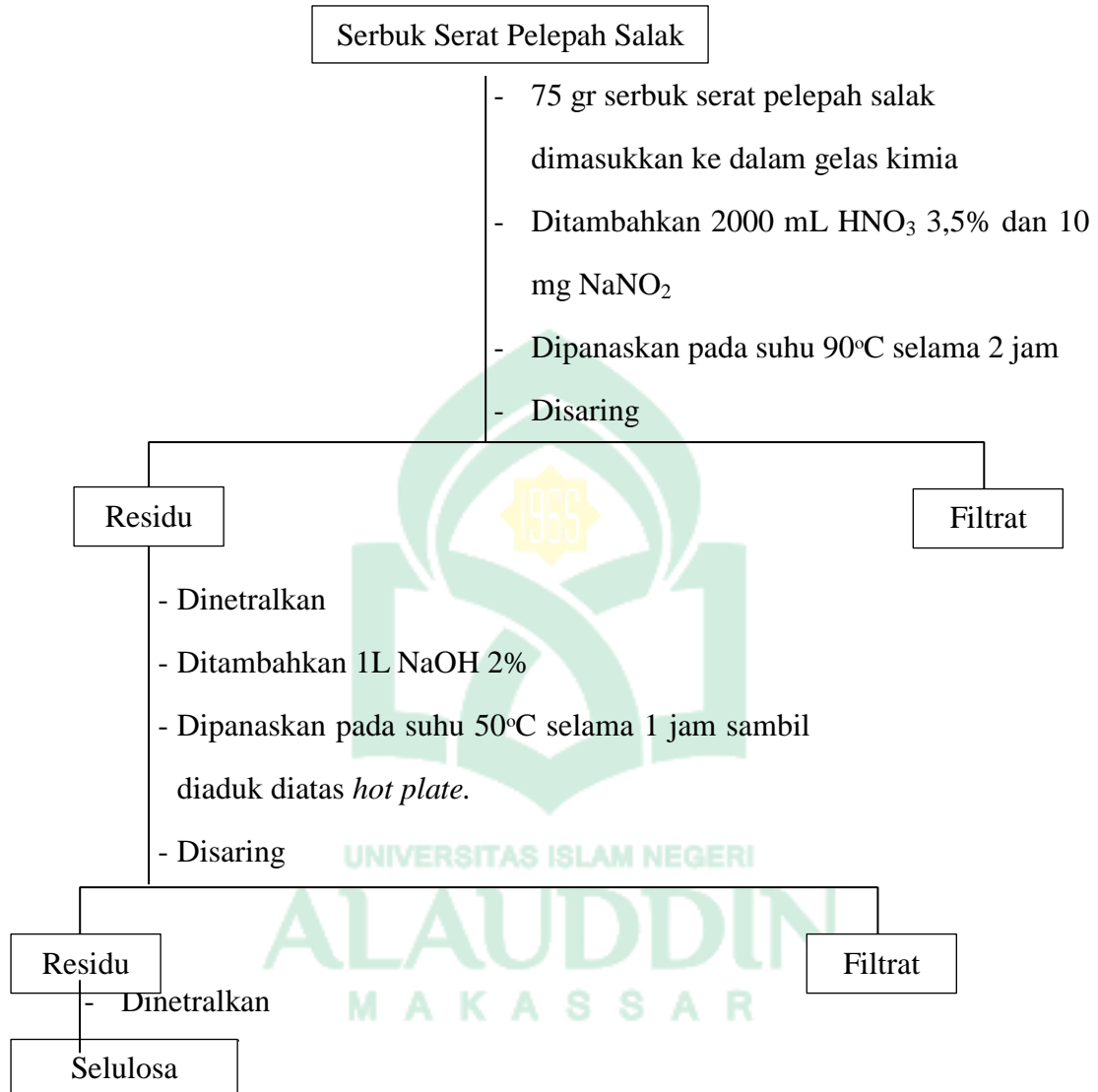
Pelepah Salak

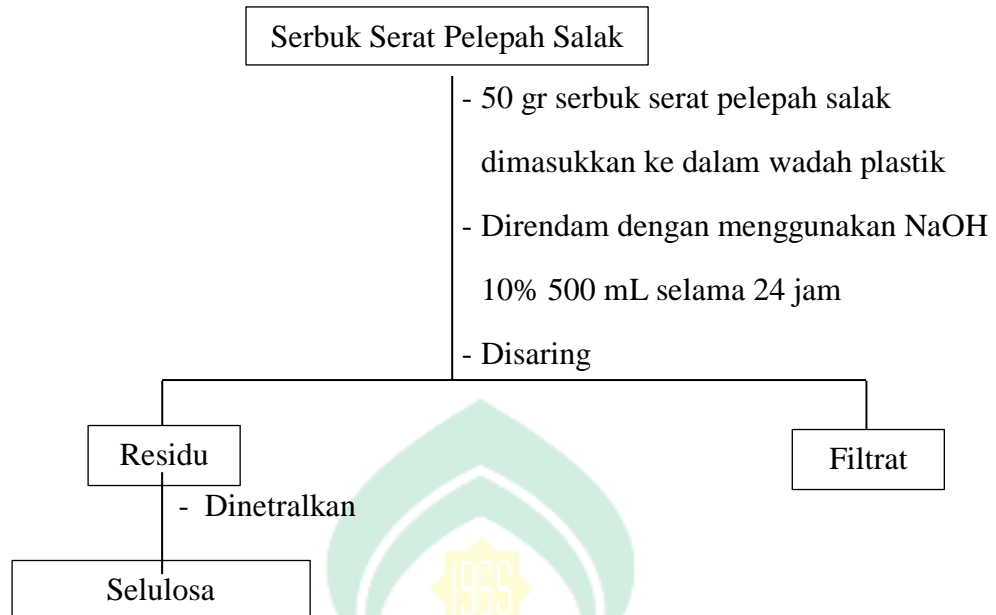
- Diambil pelepah salak
- Diambil serat pelepah salak
- Dipotong kecil-kecil
- Dihaluskan menggunakan blender
- Diayak serbuk yang diperoleh menggunakan *sieve shaker* dengan ukuran 100 mesh
- Dikeringkan menggunakan oven selama 1 jam

Serbuk Pelepah Salak

## 2. Ekstraksi Selulosa Pelepah Salak

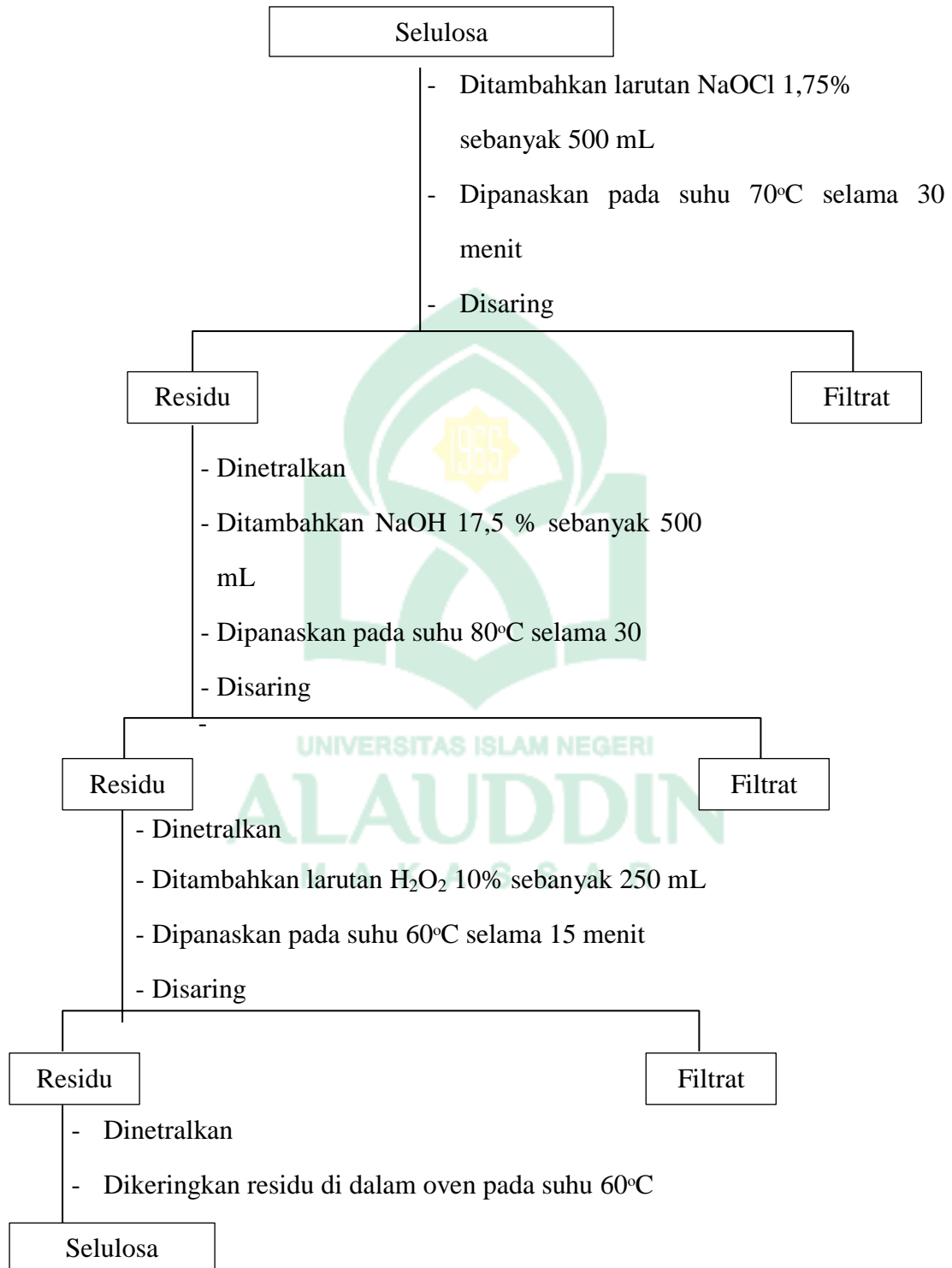
### a. Secara Langsung

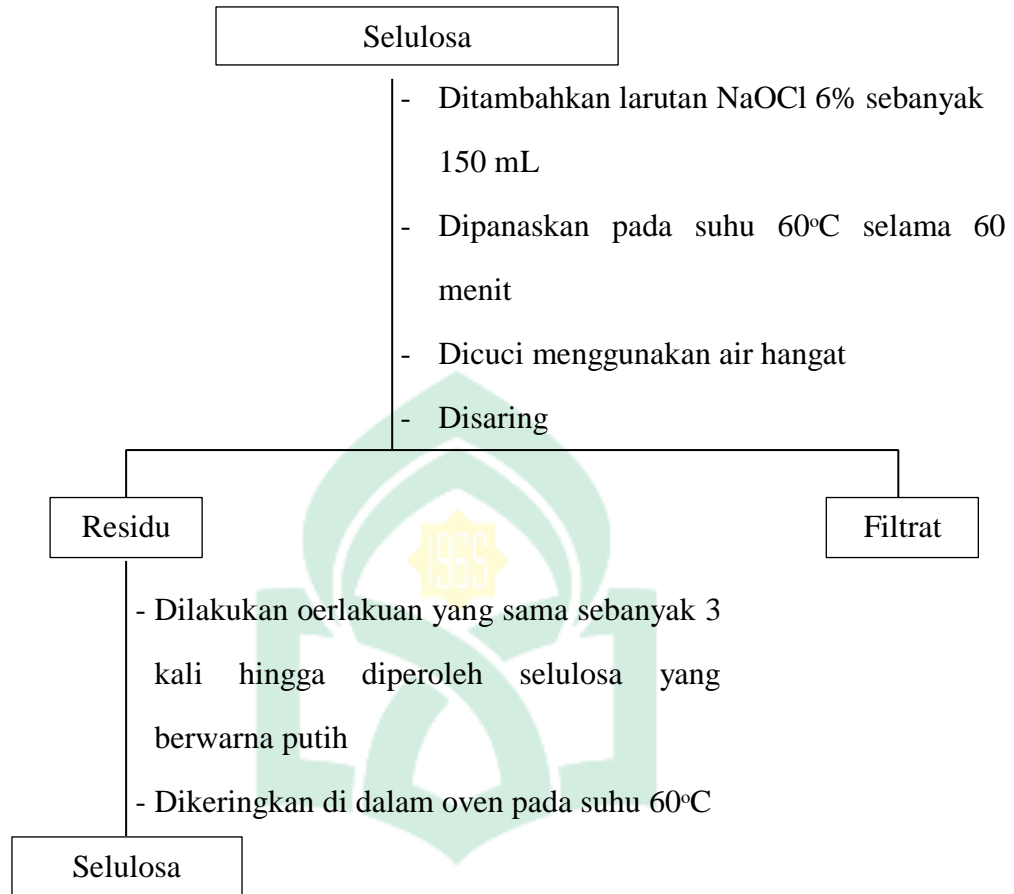


**b. Secara Tidak Langsung**

### 3. Pemutihan

#### a. Secara Langsung



**b. Secara Tidak Langsung**

#### 4. Pembuatan Karboksimetil Selulosa (CMC)

##### Selulosa Pelepah Salak

- Ditimbang 5 gram selulosa
- Dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL
- Ditambahkan 100 ml isopropanol
- Diaduk selama 10 menit

##### Alkalisasi

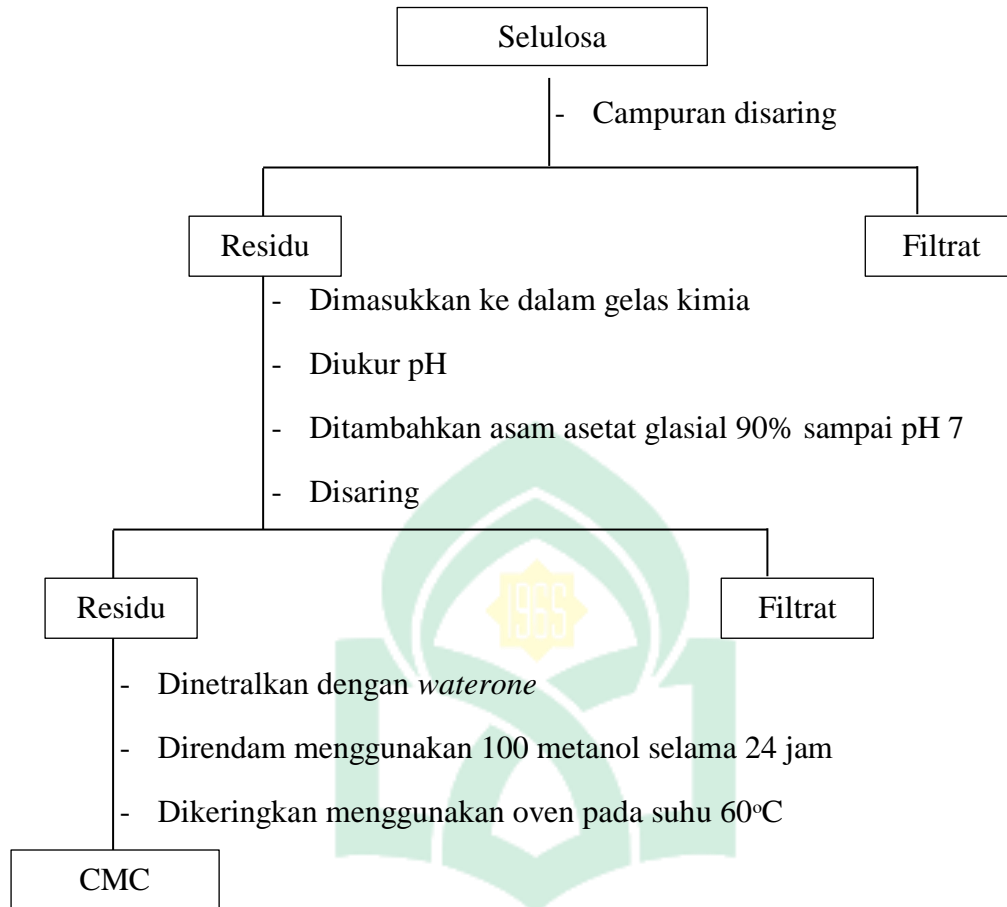
- Ditambahkan 20 mL NaOH 17,5%
- Dipanaskan selama 1 jam

##### Karboksimetilasi

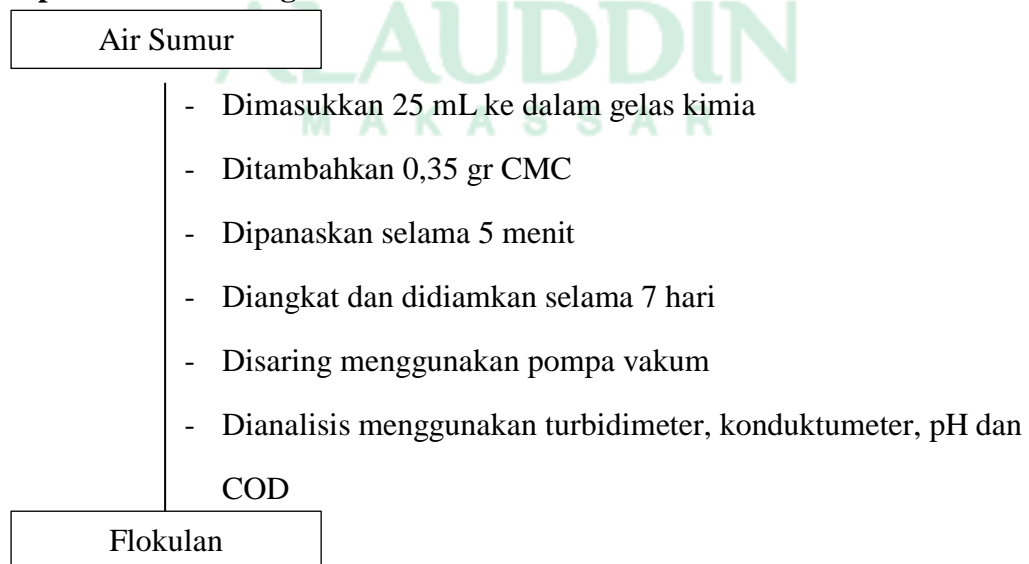
- Ditambahkan asam trikloroasetat 15% sebanyak 20 mL
- Dipanaskan selama 3 jam
- Disaring

##### CMC

## 5. Penetrulan Karboksimetil Selulosa (CMC)



## 6. Aplikasi CMC sebagai Flokulan



**LAMPIRAN 3 : PEMBUATAN LARUTAN**1.  $\text{HNO}_3$  3,5%

$$V_1.M_1 = V_2.M_2$$

$$V_1. 65\% = 1000 \text{ mL} . 3,5\%$$

$$V_1 = \frac{3500}{65}$$

$$= 53,84 \text{ mL}$$

2.  $\text{NaOH}$  2%

$$\% = \frac{b}{V}$$

$$\frac{2}{100} = \frac{b}{500 \text{ mL}}$$

$$\text{b. } 100 \text{ mL} = 2 . 500 \text{ mL}$$

$$b = \frac{1000 \text{ mL}}{100 \text{ mL}}$$

$$= 10 \text{ gr}$$

3.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  2%

$$\% = \frac{b}{V}$$

$$\frac{2}{100} = \frac{b}{100 \text{ mL}}$$

$$\text{b. } 100 \text{ mL} = 2 . 100 \text{ mL}$$

$$b = \frac{200 \text{ mL}}{100 \text{ mL}}$$

$$= 2 \text{ gr}$$



## 4. Asam Trikloroasetat 15%

$$\% = \frac{b}{V}$$

$$\frac{15}{100} = \frac{b}{20 \text{ mL}}$$

$$\text{b. } 10 \text{ mL} = 3000 \text{ mL}$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{300 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} \\ &= 3 \text{ gr} \end{aligned}$$

## 5. NaOH 17,5%

$$\% = \frac{b}{V}$$

$$\frac{17,5}{100} = \frac{b}{500 \text{ mL}}$$

$$\text{b. } 100 \text{ mL} = 17,5 \cdot 500 \text{ mL}$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{8750 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} \\ &= 87,5 \text{ gr} \end{aligned}$$

6. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10%

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 30\% = 200 \text{ mL} \cdot 10\%$$

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{2000}{30} \\ &= 67 \text{ mL} \end{aligned}$$

### LAMPIRAN 3 : DOKUMENTASI PENELITIAN

#### 1. Pengambilan Sampel



Pelepah salak



Serat pelepah salak

#### 2. Preparasi Sampel



dipotong-potong kecil



Dihaluskan menggunakan blender



di ayak menggunakan shieve shaker



serbuk halus

### 3. Ekstraksi Selulosa

#### a. Secara langsung



Ditimbang serbuk  
pelepah salak



Dipanaskan dengan  $\text{HNO}_3$   
3,5% dan 10 mg  $\text{NaNO}_2$



Proses penetralan



Ditambahkan  $\text{NaOH}$  2%

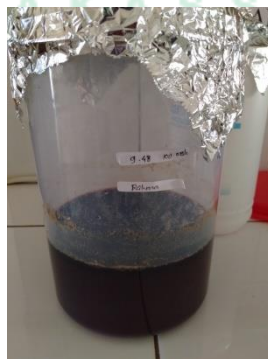


Proses penetralan

#### b. Secara tidak langsung



Ditimbang serbuk  
pelepah salak



Direndam dengan  
 $\text{NaOH}$  10%



Disaring

#### 4. Pemutihan

##### a. Metode langsung



Dipanaskan dengan  
NaOCl 1,75%



Dipanaskan dengan  
NaOH 17,5%



Dipanaskan dengan  
 $\text{H}_2\text{O}_2$  10 %



Perubahan warna pada  
proses pemutihan



Proses penetralan

##### b. Secara Tidak Langsung



Dipanaskan dengan NaOCl 6%



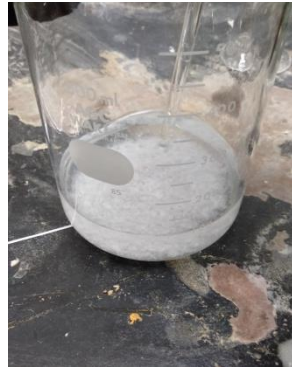
Disaring



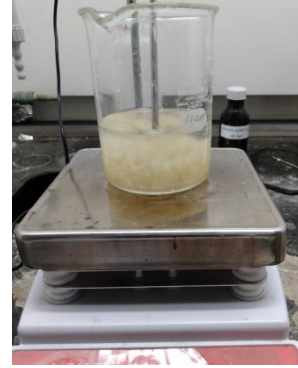
## 5. Pemurnian CMC



Ditimbang Selulosa



Ditambahkan 100 mL Isopropanol



Dialkalisasi menggunakan NaOH 17,5%



Proses karboksimetilasi dengan asam trikloroasetat 15%



Disaring

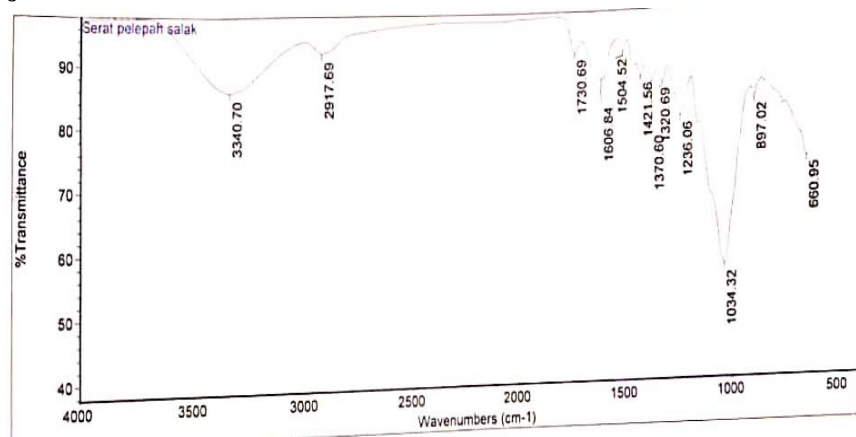
## 6. Pemurnian



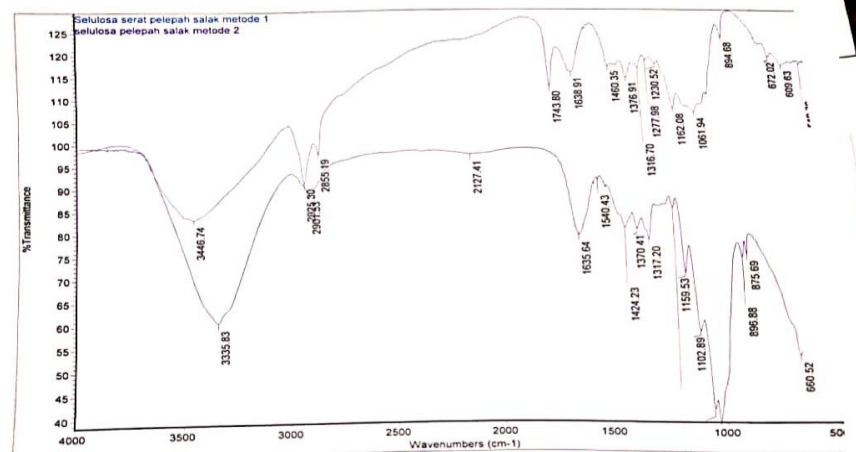
## 7. Aplikasi CMC Sebagai Flokulan



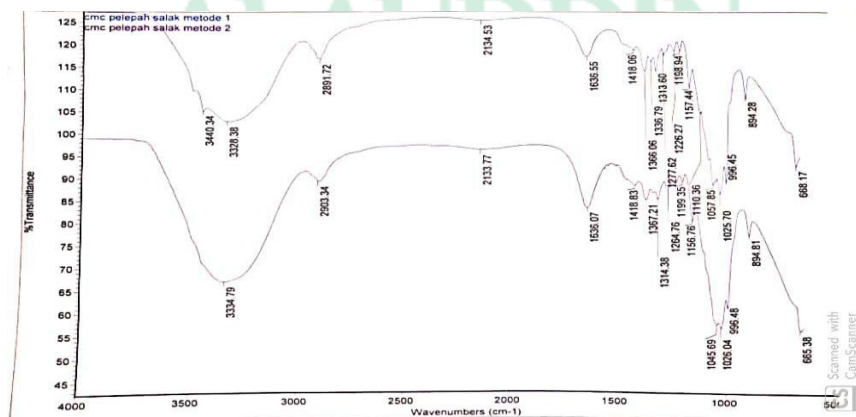
## 8. Uji FTIR



(a)



(b)



(c)

(a) Spektrum serat pelepah salak (b) Selulosa (c) CMC

## RIWAYAT HIDUP



Rahmah Harun yang biasa dikenal dengan sapaan Rahma. Lahir di Wonomulyo, 07 Mei 1998. Lahir sebagai anak tunggal dari pasangan suami istri bernama Harun dan HJ. Sakira. Beragama Islam dan berjenis kelamin Perempuan. Penulis sekarang bertempat tinggal di Jl. Perintis Kemerdekaan 12, No.118, Kec. Tamalanrea, Provinsi Sulawesi Selatan. Riwayat Pendidikan penulis dimulai dari Sekolah Dasar di SDN 007 Sidodadi dan lulus pada tahun 2010. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Wonomulyo dan lulus pada tahun 2013. Kemudian pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikannya di SMAN 1 Wonomulyo dan lulus pada tahun 2016. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikannya ke jenjang yang lebih tinggi yaitu ke Perguruan Tinggi di kampus peradaban yang ada di Makassar yakni Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar dengan mengambil Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi. Setelah itu, penulis menyelesaikan pendidikannya pada tahun 2020 dengan judul skripsi” **Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Selulosa Pelepah Salak (*Salacca zalacca*) Sebagai Flokulan**”.